DECODIUM 4.0
Core Shannon

使用手冊

軟體版本 **1.0.498** | 手冊修訂 **2026-07-25** | 授權 **GPL-3.0** | FT2 **ADIF SUBMODE=FT2**

Martino Merola — IU8LMC · FT2 & DECODIUM lead developer
Salvatore Raccampo — 9H1SR · C++ core, macOS & Linux builds
ft2.it · community.ft2.it

如何使用本手冊

本手冊分為三個部分：

部分	章節	適用對象
第一部分 — 安裝與設定	1–4	首次安裝 Decodium 的人
第二部分 — 操作	5–13	每天在波段上運作的人
第三部分 — 參考	14–20	想查某一項設定確切含意的人

操作項目的名稱依英文介面的寫法列出（`Monitor`、`Setup > Radio`、`Halt`），因為英文是程式 碼的基準語言。若您以中文、義大利文、拉脫維亞文或其他可用語言使用 Decodium，各操作項目的 位置完全相同，可能造成疑慮的地方都附上譯名。

> **關於功能是否可用的說明。** Decodium 針對 Windows、macOS 與 Linux，分別以不同的解碼 後端與程式庫建置。本手冊所述的部分功能可能不會出現，或呈現為停用狀態，這取決於平台、 所連接的電台，以及您下載的套件的建置選項。手冊會在相關之處加以指出。

1. 簡介

1.1 Decodium 4 是什麼

Decodium 4.0 Core Shannon 是一套面向弱訊號模式的完整數位電台。它出自 WSJT-X / Decodium 這一脈，並將其移到另一種架構上：Qt 6 / QML 介面、逐步以 C++ 重寫的解碼器與調變器、內建的 多後端 CAT 控制、由顯示卡加速的瀑布圖與頻譜顯示、即時地圖、DX 叢集、PSK Reporter、QSO 日誌，以及存放在資料庫中的解碼歷程。

使用 Decodium 4，您可以：

- 在 **FT8**、**FT4**、**FT2**、**Q65**、**MSK144**、**JT65**、**JT9**、**JT4**、 **FST4**、**FST4W** 與 **WSPR** 模式下收發；
- 透過 CAT 控制電台（Hamlib、原生後端、Ham Radio Deluxe、OmniRig、TCI）；
- 手動進行 QSO，也可使用 Auto Sequence、Auto CQ、Multi Answer Mode 與 DX 遠征模式；
- 將點報與 QSO 送往 PSK Reporter、QRZ Logbook、Cloudlog、LoTW，並透過 UDP、ADIF TCP 或 N1MM 送給外部程式；
- 透過遠端網頁控制台，以平板或手機操作電台。

Core Shannon 這個名稱指向 Claude Shannon，也指向本專案的基本想法：把弱訊號的數位通訊 當成資訊、同步、穩健性與運作可靠性的課題來處理，而不是當成一次調變的練習。

1.2 與 Decodium 3 的差異

從 Decodium 3「Raptor」轉過來的人，會看到三項實質差異：

1. **全新的介面。** Qt Widgets 介面已由 QML 介面取代，面板可以嵌入、分離與重新排列，版面 配置會在多次執行之間保留。
2. **C++ 核心。** FTx 系列的解碼器與調變器已移至 C++，並與原有常式做了比對測試。少數專門 的 VHF/UHF 模式仍保留舊有元件。
3. **內建服務。** 以 SQLite 儲存的解碼歷程、網頁控制台、DX 叢集、PWR/SWR/ALC 遙測與電台 診斷都屬於程式本身，不需要外部工具。

原始碼中的 `CHANGELOG.md` 檔案逐一記載各版本的變更。

1.3 FT2 簡述

FT2（*Fast Track 2*）是在本專案中建立的數位模式，於 ADIF 中以 `MODE=MFSK` 與 `SUBMODE=FT2` 通過認證。

參數	數值
調變	4-GFSK
每則訊息的符號數	105（資料 87 + 同步 16 + 斜升 2）
符號長度	24 毫秒（12 kHz 下 288 個取樣）
音調間隔	約 41.667 Hz
佔用頻寬	約 167 Hz
發射時長	約 2.52 秒
T/R 時槽	3.75 秒
編碼	LDPC(174,91) + CRC-14
有效負載	77 位元
ADIF 子模式	`FT2`（搭配 `MODE=MFSK`）

第 6 章完整介紹 FT2 及其各項設定。

1.4 授權與原始碼

Decodium 4 以 **GPL-3.0** 授權散布。授權全文位於隨原始碼與套件一併提供的 `COPYING` 檔案中。原始碼在 GitHub 上公開，含完整的提交歷程與可下載的發行版本。

2. 系統需求與安裝

2.1 系統需求

支援的作業系統

- Windows 10 / 11，64 位元
- macOS，Apple Silicon（在有提供套件的情況下也支援 Intel）
- Linux x86_64 與 aarch64，以 AppImage 形式提供

建議的最低硬體

- 較新的四核心處理器，用於以非同步解碼運作 FT2
- 4 GB 記憶體（啟用 Live Map 與頻譜顯示時建議 8 GB）
- 驅動程式為最新版的顯示卡：Decodium 使用 Qt Quick/RHI，並在瀑布圖、頻譜顯示與地圖上 運用硬體加速
- 音效卡，或電台的 USB 介面
- 用於 NTP、DX 叢集、PSK Reporter 與更新的網路連線

在配備較低的機器上可以使用 **Slow-PC 模式**（第 4.9 節），它會降低繪圖負載與介面的更新 頻率。

2.2 下載套件

1. 開啟官方儲存庫的 **Releases** 頁面。
2. 下載適用於您系統的套件： - **Windows**： `x64` 安裝程式； - **macOS Apple Silicon / Intel**： `.dmg` 檔案； - **Linux**：適用於 `x86_64` 或 `aarch64` 的 `AppImage`。
3. 安裝套件，或為檔案加上執行權限，然後啟動 Decodium。

2.3 Windows

執行安裝程式並依精靈指示操作。首次啟動時 Windows 可能要求網路存取權限：若要使用 NTP、 DX 叢集、PSK Reporter、網頁控制台或自動更新，就必須允許。

Windows 套件附有數位簽章；關於程式碼簽章的說明位於原始碼的 `CODE_SIGNING_POLICY.md` 檔案中。

2.4 macOS

若 macOS 因隔離屬性而封鎖該應用程式，請從已安裝的應用程式上移除該屬性：

```
sudo xattr -r -d com.apple.quarantine /Applications/Decodium.app
```

應用程式的確切名稱可能因所建置的套件而有所不同。

Decodium 首次開啟音訊輸入時，macOS 會要求麥克風權限：沒有這項權限，解碼器收不到任何訊號。

2.5 Linux（AppImage）

為 AppImage 加上執行權限並啟動：

```
chmod +x Decodium*.AppImage
```

```
./Decodium*.AppImage
```

部分發行版需要 `libfuse2`，也可以手動解出其內容：

```
./Decodium*.AppImage --appimage-extract
cd squashfs-root
./AppRun
```

要存取序列埠，使用者必須屬於正確的群組（Debian/Ubuntu 上是 `dialout`，Arch 上是 `uucp`）。加入之後需要重新登入。

2.6 更新

Decodium 內建更新檢查（`Setup > Advanced > DATA UPDATES`）。有較新版本時，會出現一個視窗 顯示發行說明與套件的連結。更新不會刪除設定、日誌與解碼歷程。

3. 首次設定

本章只涵蓋完成第一次 QSO 所需的最少內容。所有設定的完整參考見第 14 章。

以頂端列的 ⚙ **Setup** 按鈕開啟設定。

3.1 電台資訊 — `Setup > Station`

填寫 **STATION DETAILS** 區的各個欄位：

欄位	應填入的內容
`My Call`	您的呼號，不加不必要的附加部分
`My Grid`	4 碼或 6 碼的網格定位（例如 `JN71DC`）
`Auto Grid`	若希望定位跟隨 GPS 或外部服務，請啟用
`IARU Region`	您所屬的 IARU 分區：它決定波段規劃
`Type 2 Msg Gen`	複合呼號的訊息產生方式：若沒有前置或後置字，保留 `Full`
`Op Call`	操作者呼號，與電台呼號不同時填寫

STATION INFO 區（`Station Name`、`QTH`、`Rig Info`、`Antenna`、`Power (W)`、`WSPR Power`）不影響發射：這些內容供 ADIF 日誌與外部服務使用。現在填好，可以避免日後 日誌不完整。

3.2 電台與 CAT — `Setup > Radio`

在 **BACKEND CAT** 區選擇 Decodium 與電台溝通的方式：

後端	適用時機
`Native (15 radios)`	直接支援的電台：路徑最精簡，相依項目最少
`Hamlib (300+ radios)`	通用選項，在支援機型上涵蓋最廣
`TCI`	提供 TCI 介面的電台或 SDR 軟體
`OmniRig`	Windows 上，電台已由 OmniRig 管理並與其他程式共用時

除此之外，當電台已在 HRD 的控制下時，Decodium 也可以搭配 **Ham Radio Deluxe** 運作。

在 **CAT CONTROL** 區設定序列埠、傳輸速率、停止位元、交握方式，以及 **PTT** 的方式 （`CAT`、`RTS`、`DTR`、`VOX`）。在 Linux 上建議使用穩定的 `/dev/serial/by-id/...` 路徑， 而不是每次重新開機都可能改變的 `/dev/ttyUSB*`。

在 **SPLIT OPERATION** 區選擇分頻方式：

- `None` — 不分頻，發射音調留在音訊帶之內；
- `Rig` — 由電台處理分頻；
- `Fake It` — Decodium 移動 VFO 頻率，使發射音調保持在濾波器較乾淨的區段。

對大多數較新的電台， `Fake It` 是最佳選擇，因為它讓發射音調遠離濾波器邊緣，並降低發射 失真。

請以 DIAGNOSTICS 區驗證連線：您應該看到電台的真實頻率，波段切換在兩個方向都能運作， 而 **PTT** 能藉由 `Tune` 讓電台進入發射。

> **資料模式。** Decodium 會盡量保留 Icom、Yaesu 與 Kenwood 電台的 `DATA` / `PKT` 模式， 以免在正確設定應為 `DATA-U` 時，把電台硬切到 `USB` / `LSB`。若您發現 Decodium 變更頻率時 電台脫離了資料模式，請檢查本區所設定的模式。

CAT 設定檔。 可以把多套 CAT 設定存成設定檔，並從 `Profile` 選單取用。在兩台電台之間 切換，或在固定台與行動台之間切換時，這是最快的方式。

3.3 音訊 — `Setup > Audio`

在 **AUDIO DEVICES** 區選擇：

- **Input**：接收電台音訊的裝置（USB 編解碼器或音效卡）；
- **Output**：將音訊送往電台的裝置；
- **聲道**：依接線選擇 `Mono`、`Left`、`Right` 或 `Both`。

在 **LEVELS** 區設定接收與發射的位準。Decodium 具備預設啟用的**接收位準自動調整**，可在 不必一直追著滑桿的情況下避免過載；若將其停用，請把接收位準調到讓指示上的背景雜訊維持在 30–50 dB 附近。

發射方面，數位模式的原則依然成立：**不加壓縮、不加處理、ALC 不動作**。把發射位準提高到 所需功率即可，不要再往上。第 16.2 節說明如何讀取 ALC 遙測來核對這一點。

> 在 Windows 上，發射結束後對音訊路徑的重新啟動是刻意做得比較徹底的，目的是避免緩衝區 未清空與載波卡住。若您在每次發射後察覺一小段靜音，那正是這個機制正常運作。

3.4 時鐘同步

對 FT8、FT4，尤其是 **FT2**，時間同步決定了能不能解出任何東西。

Decodium 包含：

- 內建的 **NTP** 用戶端（`Setup > Advanced > NTP TIME SYNC`）；
- **DecoSyncTime** 面板，顯示偏移量、同步狀態、解碼的平均 DT 與解碼延遲。

啟用 `Enable NTP`，並確認該面板回報已同步的狀態。若對許多電台的平均 `DT` 都持續偏離零， 那是本機時鐘的問題，不是傳播的問題。

3.5 運作模式

在頂端列的選單中選擇模式。第一次 QSO 建議這樣做：

1. 先在常用頻率上以 **FT8** 開始，這樣可以在已知條件下檢驗音訊、CAT 與時間。
2. 確認在一到兩個週期內 **Full Spectrum** 中出現解碼結果。
3. 之後再轉到 **FT2**。FT2 對時序與音訊設定上的錯誤遠不寬容。

4. 介面

4.1 視窗結構

Decodium 4 的主視窗由下列部分組成：

元素	作用
頂端列（toolbar）	頻率、波段、模式、CAT 狀態、RX/TX 與快速按鈕
瀑布圖 / 頻譜顯示	時間與頻率的呈現，以及音訊帶的頻譜
Full Spectrum	該週期的所有解碼結果，相當於「Band Activity」
Signal RX	與進行中的 QSO 相關的解碼結果
TX 面板	TX1…TX7 訊息、QSO 狀態與發射控制
狀態列	運作狀態、提示、計數器
輔助面板	Live Map、QSO Log、DX Cluster、Astro、Time Sync、MAM、Caller Queue、FT2-Link

4.2 頂端列

頂端列的按鈕可以設定（`Setup > UI Buttons`），包括是否顯示與排列順序：

按鈕	作用
`Monitor (MON / STOP)`	開始與停止接收
`Setup (⚙)`	開啟設定
`REC`	音訊錄製
`WAV`	開啟並解碼 WAV 檔案
`Log`	開啟 QSO 日誌視窗
`Macro`	預設訊息與巨集
`Astro`	天文與月球資料
`Layout`	還原視窗版面配置
`History`	資料庫中的解碼歷程
`CAT`	電台控制視窗
`Async FT2 (A)`	FT2 非同步解碼的狀態
`PSK Reporter`	PSK Reporter 面板
`DX Cluster`	DX 叢集面板
`World Clock`	世界時鐘

要重新排列按鈕，請長按並拖曳。要回到原本的排列，請使用 `Setup > UI Buttons` 中的 `Restore default button order`。

4.3 瀑布圖與頻譜顯示

瀑布圖顯示頻譜隨時間的變化；頻譜顯示呈現瞬時頻譜，底部為音訊頻率刻度。

主要操作：

- 在瀑布圖上**按左鍵**：移動接收的音訊頻率；
- **搭配輔助鍵按下**（依設定而定）：移動發射的音訊頻率；
- **滑鼠滾輪**：依所在區域縮放或捲動；
- **配色**：可在 `Setup > Colors > SPECTRUM` 中選擇與調整。

瀑布圖可以**分離**為獨立視窗、重新**嵌入**，或是**最小化**。在精簡版面配置下，它會使用 較低的歷程門檻，在不失去可見部分的前提下節省記憶體與材質。

4.4 Full Spectrum

Full Spectrum 列出目前週期的所有解碼結果。要顯示哪些欄位可在 `Setup > Display > DECODES` 中設定，其中包含距離（`Dist`）、方位（`Az`）與頻率等。

- **雙擊**某一列：把該電台選為 QSO 的對方，並準備好訊息；
- `Clear`：清空清單；
- 跳到結尾的按鈕（**Go to the latest decode**）會在您往上捲動後，把畫面帶回底部。

各列依 `Setup > Colors > DECODE COLORS` 中的規則上色：新的 DXCC、新的洲、新的 CQ 分區或 ITU 分區、新的網格、新的呼號、訊息中的 `CQ`、`73` / `RR73`、已經通聯過的電台（`B4`）、LoTW 使用者，以及已發送的訊息。

4.5 Signal RX

Signal RX 是精確的檢視：只顯示與進行中的 QSO 以及正在呼叫您的電台有關的內容。呼叫擁塞時 要看這個面板，因為 Full Spectrum 會變得無法閱讀。

4.6 TX 面板

TX 面板包含：

- **TX1…TX7** 訊息，可以產生與編輯；
- QSO 與對方電台的狀態；
- 操作按鈕：`Auto`（Auto Sequence）、`Call`、`Hold`、`Tune`、`Halt`；
- 發射功率與發射的快速控制。

TX 面板按鈕的順序也可以調整，並可透過 `Restore default TX panel order` 還原為預設。

`Halt`（或 **Esc**）會立刻中斷發射：這是應該記牢的操作。

4.7 版面配置：嵌入、分離、還原

每個主要面板都可以：

- **分離**為獨立視窗（`Detach`），在多螢幕環境下很方便；
- 重新**嵌入**版面配置（`Dock`）；
- **隱藏**後再還原（`Restore …`）；
- 以拖曳在各欄之間**移動**；
- 用 `Reset Layout` **回到**初始狀態。

版面配置會在關閉程式時儲存，並於下次啟動時重新載入，包含已分離的視窗與其位置。

4.8 精簡模式

精簡模式縮減標題與列的高度，使螢幕上能顯示更多解碼結果。在筆記型電腦與小尺寸螢幕上，這是 恰當的選擇。

4.9 Slow-PC 模式

`Slow-PC mode` 會降低介面與繪圖的負載：瀑布圖更新頻率降低、動畫減少、繪圖執行緒的工作 減輕。若您在較舊的機器上察覺介面頓挫或解碼延遲，請啟用它。在 FT2 中，勉強應付的介面可能 讓您錯過發射時槽。

4.10 主題與外觀

在 `Setup > Display > ASPETTO / TEMA` 中可以選擇主題（包含深色主題）、介面顏色與字型。在 `Setup > Display > FONT` 中設定解碼結果的字型：**請使用等寬字型**，否則訊息的各欄不會 對齊。

5. QSO：從接收到日誌

5.1 開始接收

1. 按下 `Monitor`：按鈕會變成 `STOP`，瀑布圖開始捲動。
2. 檢查接收位準是否過載。
3. 等待一到兩個週期：解碼結果會在每個時槽結束時出現在 Full Spectrum 中。

若什麼都解不出來，但瀑布圖上看得到訊號，原因幾乎都是時鐘（第 3.4 節），或者模式與該頻率 不相符。

5.2 呼叫某個電台

1. 在 Full Spectrum 或 Signal RX 中**雙擊**該電台所在的列。Decodium 會設定對方電台、產生 訊息，並選出正確的時槽。
2. 檢查發射的音訊頻率：在 FTx 系列模式中，良好的做法是在頻譜的空閒處發射，不要壓在您所 呼叫的電台上。
3. 檢查 TX 面板中產生的訊息。
4. 啟用發射。
5. 在 **Auto Sequence** 啟用時，Decodium 會自行把 QSO 進行到底：報告、確認、 `RR73` / `73`。

5.3 呼叫 CQ

1. 選擇 `TX6`（CQ 訊息）。
2. 啟用發射，或使用 **Auto CQ** 以循環方式呼叫。
3. 在 **Signal RX** 中留意直接的回應。
4. 讓 Auto Sequence 運作，或手動介入。

在 Auto CQ 啟用時，Decodium 會在每次 QSO 結束後重新呼叫 CQ，並遵守您設定的各項保護 （watchdog、駐波比檢查、重送次數上限）。

5.4 Auto Sequence 及其設定

`Setup > TX > AUTO SEQUENCE` 匯集了控制自動流程的各項規則：

設定	作用
`Auto Sequence`	啟用 QSO 流程的自動推進
`Send RR73`	在認為 QSO 可靠時，使用 `RR73` 而非 `RRR`
`Quick QSO`	縮短為四則訊息的流程，並辨識 `TU`
`Resume QSO on partner reply`	若對方電台回應，便接續被中斷的流程
`Disable TX after 73`	在 `73` 之後停止發射，而不是繼續
`MSK/Q65 TX until 73`	在 MSK144 與 Q65 中持續發射到 `73`

Quick QSO 是為競賽與高節奏操作設計的：它把 QSO 縮減為四次往返，同時仍留下有效的日誌 紀錄。

5.5 重送與 QSO 的收尾

`Setup > TX > FT2 UTILITY` 包含 QSO 收尾的各項參數，FT2、FT4 與 FT8 各有獨立的數值：

設定	含意
`FT2/FT4/FT8: signoff retries (73/RR73)`	在放棄之前重複收尾訊息的次數
`Weak-partner signoff boost`	對方電台較弱時增加重送次數
`weak SNR threshold (dB)`	低於此訊噪比門檻即視對方電台為較弱
`extra signoff retries`	該情況下允許的額外重送次數
`Caller retries (max TX repeats per step)`	您為呼叫方時，每個階段的最大重複次數
`Caller retries hard cap`	不可跨越的上限，即使啟用 watchdog 也有效

這些設定合起來只有一個明確的目的：**在不無限佔用頻率的前提下把弱 QSO 收尾**。若您追逐 臨界的 DX，請提高對極弱對方電台的加量；若參加競賽，請把重送次數壓低。

5.6 把 QSO 寫入日誌

QSO 結束時，Decodium 會開啟日誌確認視窗（前提是 `Setup > Reporting > LOGGING` 中啟用了 `Prompt to log QSO`）。QSO 會寫入本機的 ADIF 日誌，若已設定，也會轉送到 QRZ Logbook、 Cloudlog、LoTW，以及已連接的外部程式。

以 **Alt+L** 可以不動滑鼠記錄目前的 QSO。

5.7 Worked-before（B4）

Decodium 依**呼號、波段與模式**三者的組合辨識已通聯過的電台。在 20 公尺以 FT2 完成的 QSO，不會把同一呼號標記為在 20 公尺 FT8 或 40 公尺 FT2 上已通聯。因此 Full Spectrum 中的 `B4` 顏色代表真正的重複，而「新 DXCC / 網格 / 分區」的標示，即使您在操作中更換模式也依然可靠。

6. 以 FT2 運作

FT2 是本專案起步時的模式，至今仍是主要目標。本章把與 FT2 有關的內容集中在一處。

6.1 FT2 能帶來什麼

FT2 的時槽為 **3.75 秒**，發射持續約 **2.52 秒**。這代表兩件事：

1. QSO 的節奏遠高於 FT8，也明顯高於 FT4：這是它在競賽、呼叫擁塞與 DX 遠征中的優勢，因為 在那些場合的瓶頸是每個 QSO 所花的時間，而不是靈敏度。
2. 用來解碼、判斷與準備發射的時間餘裕很小。音訊設定、時鐘精確度與處理器負載的影響遠大於 FT8。

FT2 不是「更好的 FT8」：它是一種**快速**的模式，針對訊號存在而時間不足的條件做了最佳化。

6.2 非同步解碼

Decodium 以非同步方式解碼 FT2：它不等時槽結束再一次處理完，而是在訊號還在抵達時處理彼此 重疊的區塊。這縮短了從對方電台發射結束到訊息出現在螢幕上的延遲——在 FT2 中，這段時間要 完整留給您，才能在正確的時槽裡回應。

非同步解碼的狀態可從頂端列的 `Async FT2 (A)` 按鈕查看。

6.3 發射排程

FT2 的發射排程有一條不容商量的規則：**絕不開始一次無法在時槽內結束的發射**。被截斷的發射 沒有人能解出，只會污染頻率。

因此有下列保護機制：

設定（`SETUP > TX > FT2 UTILITY`）	作用
`FT2: conservative TX window (no truncated frames)`	拒絕在時槽中起始過晚的發射
`Immediate TX on click (1.0.283 style)`	恢復按一下即刻發射的行為，不等待對齊
`Adaptive async TX timing (experimental)`	依實測條件動態調整起始時刻
`FT2: manual one-shot disarm (1.0.300+)`	解除單次手動發射，而不關閉自動流程

若您看到自己的發射開始後被切斷，首先要檢查時間同步，其次是保守的發射視窗。

6.4 FT2 的穩健性設定

這些設定是為微弱、不穩定或有 QSB 的訊號準備的。不要「以防萬一」把它們全部啟用：每一項都 要耗用處理器時間或延遲。

設定	何時啟用
`Conservative FT2 (weak-signal mode)`	極弱的訊號：穩健優先於速度
`FT2 partner-memory (anti-QSB)`	對方電台消失又出現：Decodium 跨時槽保留其狀態
`FT2 TX2 re-send on stall`	流程在第二次往返處停住：重送 TX2
`FT2: AP cache rescue (experimental)`	借助對預期訊息的先驗資訊來挽救
`FT2: narrow reply decode (experimental)`	把解碼集中在預期回應所在的範圍
`FT2: full decode in AutoCQ`	在 Auto CQ 期間也做完整解碼，代價是更多處理器負擔
`FT2: close strong partners earlier`	較早結束與強訊號對方電台的 QSO，釋出時槽
`FT2: adaptive decode (CPU saver)`	處理器吃緊時減少解碼的工作量
`FT2: skip redundant end-slot decode`	略過時槽尾端多餘的一次解碼，降低延遲
`Smooth decode flow`	分散解碼結果的呈現，避免介面被塞滿

建議的起點： 保留預設值；若您在有 QSB 的條件下做 DX，啟用 `FT2 partner-memory`；只在 追逐臨界訊號時啟用 `Conservative FT2`。

6.5 日誌與訊息的保護

設定	作用
`Post-log RRR re-engage guard (FT2)`	防止記錄之後收到的 `RRR` 重新開啟已結束的 QSO
`courtesy RRR max`	該情況下出於禮節送出的 `RRR` 的最大則數
`Log RR73 even if partner leaves (FT2)`	即使對方電台在 `RR73` 之後停止發射，仍記錄 QSO
`FT2 state transition census (log only)`	為診斷記錄 QSO 的狀態轉換，不改變行為

最後一項在需要回報流程問題時很有用：它提供所經歷狀態的確切軌跡，而那正是重現問題所必需 的。

6.6 呼號與雜湊

FT2 與 FT8、FT4 一樣會壓縮呼號。較長或複合的呼號以**雜湊**形式傳送，由接收端依已經見過的 呼號還原。Decodium 內建了針對 **ghost call**（看似解出但實際並不存在的呼號）以及未能還原 的負載的保護：若無法確定一則訊息歸屬於誰，就不會用它推進 QSO 流程。

這樣的行為是刻意設計的：未完成的 QSO 勝過以錯誤呼號記錄的 QSO。

6.7 在效能有限的處理器上運作 FT2

在較慢的機器上：

1. 啟用 `Slow-PC mode`；
2. 啟用 `FT2: adaptive decode (CPU saver)`；
3. 考慮 `FT2: skip redundant end-slot decode`；
4. 縮小瀑布圖的高度與可見的歷程長度；
5. 若不需要，關閉 Live Map。

FT2 中的優先次序始終相同：先是時序，再是靈敏度，最後才是介面的觀感。

7. Multi Answer Mode 與呼叫佇列

7.1 這是什麼

Multi Answer Mode（MAM） 讓您能並行處理多個呼叫方，同時維持一個以上的 QSO。MAM 面板 會顯示運作中的資料流，並可雙擊加入電台。

責任仍在操作者身上：MAM 只是把工作整理起來，並不代表許可。在擁擠的頻率上使用之前，請確認 您的訊號與設定都是乾淨的。

7.2 多路資料流

`Setup > TX > FT2 UTILITY` 中包含：

- `FT2/FT8 MAM multi-stream (MSHV, sperimentale)` — 啟用多路同時資料流的處理；
- `MAM multi-stream: max stream simultanei` — 允許多少路資料流。

該設定標示為**實驗性**：它增加同時發射的數量，也隨之增加出錯的機會。請從兩路開始。

7.3 呼叫佇列

Caller Queue 面板會收集正在呼叫您的電台，並可依操作上的標準排序。當您從一個受關注的 電台呼叫 CQ、回應到來的速度超過您能處理的速度時，這是自然會用到的工具。

8. DX 遠征模式與競賽模式

8.1 Fox / Hound / SuperFox

位於 `Setup > Advanced > OPERATING MODE`：

設定	角色
`Fox Mode`	您是遠征方：以多重發射處理多個呼叫方
`Hound Mode`	您是呼叫方：遵守面向 Fox 的呼叫規則
`SuperFox`	擴充的 Fox 模式，對訊號加上密碼簽章
`Show OTP`	顯示認證機制所使用的 OTP 碼

OTP 各項設定（`Setup > Advanced > OTP`：`OTP Enabled`、`OTP Seed`、`OTP Interval`、`OTP URL`）關係到用來查核活動的驗證碼的產生與散布：這與遠征的主辦方有關，與個別呼叫方 無關。

8.2 DX-Pedition Workspace

DX-Pedition Workspace 是一種專用的版面配置，在同一個畫面中並列放置 `Full Spectrum · Decode`、`Signal RX · QSO Lock` 與 `Log · QSO Entry`，並顯示 UTC 時間與 操作者呼號。它是為受關注電台上的值機輪班設計的，那種場合需要同時看到波段活動、進行中的 QSO 與日誌輸入。

8.3 競賽

`Setup > Advanced > CONTEST` 設定目前的活動類型：

- `Activity`：`None`、`Field Day`、`Fox`、`Hound`；
- `FD Exchange` 與 `RTTY Exchange`：規章所要求的交換內容；
- `Contest Name`、`Indiv Name`、`NCCC Sprint`：各種特定格式的參數。

活動類型的選擇會改變訊息的產生方式：在競賽中開始發射之前，請務必檢查 TX 訊息。

9. 進階解碼

`Setup > Advanced > ADV DECODING` 匯集三種挽救手法，可以逐一啟用，也可以交由自動管理：

手法	說明	參考增益
`Coherent Avg`	針對 Q65 與 JT65 的跨時槽相干平均	+1…3 dB
`Neural Sync`	強制使用 OSD（Ordered Statistics Decoding）的 FT8 解碼	臨界訊號上 +2…3 dB
`Turbo Feedback`	擴充的 LDPC 疊代，用於挽救臨界的解碼	視情況而定

在 `Auto Mode` 啟用時，Decodium 會依實測條件，**只在需要時**啟用這三種手法；`Live state` 欄位顯示當下哪些正在生效。

這些設定的代價是處理器時間。在較慢的機器上把它們全部手動打開，只會讓情況變差：多數情況下 `Auto Mode` 是最合理的選擇。

其他解碼設定位於 `Setup > Decode`：

- **DECODE PARAMETERS** — 解碼深度與一般參數；
- **JT65 VHF/UHF** — 專用於 VHF/UHF 的參數；
- **SIDELOBE CONTROL** — 旁波瓣控制；
- **DECODE FILTERS** — 針對解碼結果的篩選（見第 12.4 節）。

10. Live Map、Astro 與 Time Sync

10.1 Live Map

Live Map 顯示已解碼的電台，以及您的電台與它們之間的路徑，標記依方向與狀態上色。在切換 波段或模式時，以及清空解碼清單時，地圖會自動清除，以免留下已經失效的活動紀錄。

發射期間地圖的更新會刻意放慢：這是優先次序上的取捨，因為繪圖執行緒不該佔用發射的時間。

若不需要地圖，關閉它可以釋出顯示卡與記憶體——在效能有限的硬體上，這是最先放棄的面板。

10.2 Astro

Astro 面板提供對 EME 與 VHF/UHF 運作有用的天文資料：月球位置、方位與仰角、都卜勒、 衰減。AzEl 資料的目錄在 `Setup > Audio > DIRECTORY` 中設定。

10.3 Time Sync（DecoSyncTime）

DecoSyncTime 面板匯集所有與時間有關的內容：

- NTP 狀態與所套用的偏移量；
- 依已接收的解碼結果算出的**平均 DT**；
- **解碼延遲**；
- 用於估計的取樣數量。

判讀方式如下：

觀察到的現象	意義
對許多電台平均 DT 約為 0	時鐘正確
平均 DT 固定且不為 0	本機時鐘有誤：請調好 NTP
DT 有分散但居中	正常，這是傳播造成的
解碼延遲很大	處理器吃緊：可考慮 Slow-PC 模式

另外還有以 ppm 表示的**音效卡頻率偏移**估計值，並附綠/黃/紅指示：偏移較大會使時槽的時序 逐漸位移，這在低價的 USB 編解碼器上很常見。

11. 日誌、線上服務與外部整合

11.1 本機 QSO 日誌

Decodium 維護本機的 ADIF 日誌與 **QSO Log** 視窗，可輸入與編輯 QSO。行為方面的設定位於 `Setup > Reporting > LOGGING`：記錄前的確認、必填欄位、報告格式。

11.2 PSK Reporter

Decodium 把觀測結果送往 PSK Reporter，並可在對應面板中搜尋您自己的點報。傳送採佇列方式： 沒有待送的觀測結果時，不會對該服務維持背景流量。

11.3 QRZ Logbook、Cloudlog 與 LoTW

服務	區域	所需項目
QRZ Logbook	`Setup > Reporting > QRZ LOGBOOK`	日誌本的 API 金鑰
Cloudlog	`Setup > Reporting > CLOUDLOG`	執行個體的 URL 與 API 金鑰
LoTW	`Setup > Reporting > LOTW`	下載 LoTW 使用者名單所需的憑證

對 Cloudlog，Decodium 會把 API 端點正規化，並在錯誤訊息中區分 HTTP、認證與代理伺服器三類 問題：上傳失敗時，訊息會指出屬於哪一類。

LoTW 的資料也用於在 Full Spectrum 中標示 LoTW 使用者（`LoTW marker` 顏色）。

11.4 DX 叢集

DX Cluster 面板連線到 telnet 節點並顯示點報，可以篩選。設定位於 `Setup > Reporting > DX CLUSTER`（主機、連接埠、登入呼號、篩選條件）。

11.5 與外部程式的整合

整合方式	區域	典型用途
UDP Server	`Setup > Reporting > UDP SERVER`	JTAlert、GridTracker 以及其他支援 WSJT-X UDP 協定的程式
N1MM / EasyLog	`Setup > Reporting > N1MM / EasyLog`	競賽日誌
ADIF TCP	`Setup > Reporting > ADIF TCP`	透過 TCP 把 QSO 送到外部日誌程式

若您使用 JTAlert 或 GridTracker，UDP Server 必須啟用，而連接埠要與外部程式中的設定一致。

11.6 音訊錄製

`Setup > Reporting > RECORDING` 管理所接收音訊的錄製，方便日後分析，也方便在回報問題時 附上真實的樣本。

12. 解碼歷程、篩選與提示

12.1 Decode History

Decodium 把解碼結果存放在 **SQLite** 資料庫中，可從 **History** 視窗查詢。可依下列條件 搜尋：

- 呼號；
- 波段；
- 模式；
- UTC 日期範圍；
- 結果數量上限。

結果可以匯出為 **ADIF**。歷程在程式關閉後仍然保留，可用於事後分析：核對傳播、回顧波段 活動、還原有疑慮的 QSO。

記憶體中的即時檢視設有上限，以免長時間運作時記憶體用量不斷上升；完整的歷程仍保存在資料庫 裡。

12.2 聲音提示

`Setup > Alerts > AUDIO ALERTS` 讓您把聲音對應到特定事件：新的 DXCC、新的網格、您正在尋找 的呼號、對您的直接呼叫。這是在背景工作而不必一直盯著螢幕的做法。

12.3 篩選：黑名單、白名單與地區

`Setup > Filters` 中包含：

區域	作用
`BLACKLIST`	予以忽略的呼號
`WHITELIST`	一律顯示的呼號
`ALWAYS PASS`	優先於篩選條件的規則
`EXCLUDE TERRITORY`	依地理實體排除
`FILTER OPTIONS`	篩選的整體行為

`ALWAYS PASS` 具有最高優先權：即使在嚴格篩選時也絕不想漏掉的朋友的呼號，應該放在這裡。

12.4 解碼篩選

`Setup > Decode > DECODE FILTERS` 作用於更前端——解碼器的工作，以及進入清單的內容。運用 得宜時，可以在擁擠的波段上降低處理器負載。

13. 遠端網頁控制台與 FT2-Link

13.1 遠端網頁控制台（iPad、手機、PWA）

Decodium 內建一個網頁伺服器，可從同一區域網路中的另一台裝置操作電台。

啟用步驟

1. 開啟 `Setup > Display > REMOTE WEB SERVER (iPad / mobile PWA)` 或 `Setup > Reporting > REMOTE WEB DASHBOARD (LAN)`。
2. 啟用伺服器，並設定連接埠與存取憑證。
3. 查出電台電腦的 IP 位址。
4. 在平板或手機的瀏覽器中開啟 `http://IP位址:連接埠`。
5. 把該頁面加到主畫面，即可當成應用程式使用（PWA）。

安全性 — 啟用前請先閱讀

- 該伺服器**只可在區域網路內使用**。不要對網際網路開放，也不要在路由器上開啟連接埠。
- 請設定不易猜到的密碼：能連上控制台的人，就能操控您的電台，也就是您的發射。
- 在共用網路中（旅館、社團電台、展覽），不使用時請把伺服器關閉。

給新手的逐步指引位於原始碼的 `doc/WEBAPP_SETUP_GUIDE.en-GB.md` 檔案中，其中含問題排解 一節，以及供進階使用的 API 端點說明。

13.2 FT2-Link（實驗性）

FT2-Link 是一個用於可靠聊天與訊息傳遞的公開協定，正在 Decodium 內部開發。它有公開的 文件，並且與調變器無關：同一套 ARQ 機制可以在不同的波形上運作。

設定檔	面向使用者的名稱	用途
`NARROW`	FT2-Link Narrow	探索、CQ、交握、弱訊號時的退回
`W500`	FT2-Link 500	約 500 Hz 之內的聊天與短訊息
`W2300`	FT2-Link 2300	較快的聊天與小量資料傳輸

設想的流程是：在 `NARROW` 上發出信標或 CQ、收到 `HELLO` 回應、協商出雙方共有的最佳設定檔、 切換到 `W500` 或 `W2300` 傳送資料，若寬設定檔撐不住則退回 `NARROW`。

FT2-Link 的運作週期為 **15 秒**，與 FT2 的 3.75 秒不同。

> **注意。** FT2-Link 屬於實驗性內容，`W500` / `W2300` 這兩種設定檔**並非標準的 FT2**，也 不應當作標準 FT2 對外表述。發射之前，請就您打算佔用的頻寬，查核您所在波段與 IARU 分區 所適用的規定。

14. 設定參考

設定分為十三個索引標籤。以下依出現順序列出所有區域及其作用。

14.1 Station

區域	內容
`STATION DETAILS`	`My Call`、`My Grid`、`Auto Grid`、`IARU Region`、`Type 2 Msg Gen`、`Op Call`
`STATION INFO`	`Station Name`、`QTH`、`Rig Info`、`Antenna`、`Power (W)`、`WSPR Power` — 供日誌使用的資料

14.2 Radio

區域	內容
`BACKEND CAT`	後端的選擇（`Native`、`Hamlib`、`TCI`、`OmniRig`）與 CAT 設定檔的管理
`CAT CONTROL`	連接埠、傳輸速率、序列參數、PTT 方式、連線測試
`SPLIT OPERATION`	`None`、`Rig`、`Fake It`
`DIAGNOSTICS`	頻率與模式的回讀、PTT 測試、PWR/SWR/ALC 遙測

14.3 Audio

區域	內容
`AUDIO DEVICES`	輸入與輸出裝置、聲道（`Mono`、`Left`、`Right`、`Both`）、電台端音訊來源（`Rear/Data`、`Front/Mic`）
`LEVELS`	接收與發射位準、接收位準自動調整
`DIRECTORY`	儲存目錄（錄音、AzEl 資料）

14.4 TX

區域	內容
`POWER MEMORY`	`Band TX Memory`、`Band Tune Mem` — 依波段記住發射功率與 Tune 功率
`FREQUENCY AND TIMING`	`TX Frequency`、`TX Slot`（`First :00/:30` 或 `Second :15/:45`）、`TX Delay (s)`、`Allow TX QSY`
`READY PROFILES`	四套現成的設定檔（見 14.4.1）
`AUTO SEQUENCE`	QSO 自動流程的規則（第 5.4 節）
`FT2 UTILITY`	FT2 參數、重送、穩健性、MAM 多路資料流（第 6 章）
`WATCHDOG`	針對無止盡發射的保護（見 14.4.2）
`CW ID`	`CW ID after 73`、`CW ID Interval (min)` — 在有規定之處以 CW 識別
`TONE SPACING`	用於測試與量測的音調間隔

14.4.1 Ready Profiles

現成的設定檔以一次操作套用一組互相協調的參數：

設定檔	預期用途
`Balanced (daily QSO)`	預設：適合日常運作的折衷方案
`Weak-signal / DX hunting`	優先顧及靈敏度與臨界訊號的挽救
`Contest / high density`	優先顧及速度與節奏，減少重送
`CPU-limited (Decodium Console / mini PC)`	為小型電腦與嵌入式系統降低運算負載

生效的設定檔以 `• active` 標示。您可以從某套設定檔出發，再改動個別項目：您的改動會保留， 直到套用另一套設定檔時才被覆寫。

14.4.2 Watchdog

設定	含意
`TX Watchdog Mode`	`Off`、`Time`（時間上限）、`Count`（重複次數上限）
`TX Watchdog Time (min)`	連續發射的最大分鐘數
`TX Watchdog Count`	重複發射的最大次數
`Log QSO at watchdog timeout`	watchdog 觸發時仍然記錄 QSO
`Tune Watchdog (s)`	`Tune` 的時間上限

請讓 watchdog 保持啟用。 當您離開房間時，正是這項保護避免把載波遺忘在波段上。

14.5 Display

區域	內容
`ASPETTO / TEMA`	主題、樣式、介面顏色
`BANDE OPERATIVE`	顯示的波段與波段規劃
`UI — PERFORMANCE`	介面品質、行程優先權、Qt 樣式、無邊框的分離視窗、頻譜的 FPS 上限、處理器壓力指示
`FONT`	介面與解碼結果的字型
`DECODES`	Full Spectrum 與 Signal RX 中顯示的欄位（`Dist`、`Az`、`Freq`）
`MAP AND DISTANCE`	`Miles`、`Greyline`、`Map All Msgs`、`Click TX`
`ALIGNMENT`	`Align`、`Align Steps`、`Align Steps 2` — 解碼結果的細部對齊
`REMOTE WEB SERVER`	面向 iPad 與手機的控制台（第 13.1 節）
`DECODE LIST DISPLAY`	解碼清單的外觀與密度

> **行程優先權。** 建議使用 `High (recommended)`。`Realtime` 附有警告：在某些系統上會讓 電腦反應遲鈍或不穩定。除非在做特定量測，請不要使用。

14.6 Decode

區域	內容
`DECODE PARAMETERS`	解碼深度與一般參數
`JT65 VHF/UHF`	專用於 VHF/UHF 的 JT65 參數
`SIDELOBE CONTROL`	旁波瓣控制
`DECODE FILTERS`	在解碼結果進入清單之前生效的篩選

14.7 Reporting

區域	內容
`NETWORK SERVICES`	網路服務的總開關
`DX CLUSTER`	節點、連接埠、登入、篩選條件
`CLOUDLOG`	URL 與 API 金鑰
`QRZ LOGBOOK`	API 金鑰
`LOTW`	憑證與 LoTW 使用者名單的下載
`LOGGING`	日誌的行為與 QSO 確認
`RECORDING`	音訊錄製
`REMOTE WEB DASHBOARD (LAN)`	網頁伺服器與憑證
`UDP SERVER`	面向 JTAlert、GridTracker 等程式的 UDP 協定
`N1MM / EasyLog`	競賽方面的整合
`ADIF TCP`	透過 TCP 送出 QSO

14.8 Frequencies

工作頻率的管理：依波段與模式列出清單、新增、修改、從 `.qrg` / `.qrg.json` 檔案載入與 儲存，並可把外部清單**合併**（`Merge Working Frequencies`）到自己的清單中，而不是取代它。

14.9 Colors

區域	內容
`DECODE COLORS`	已發送訊息、本人呼號、新的 DXCC（以及依波段區分）、新的洲、新的 CQ 與 ITU 分區、新的網格、新的呼號、LoTW 標記、`CQ`、DX 實體、`73` / `RR73`、`B4`、一般解碼結果的顏色
`HIGHLIGHTING`	標示規則
`COLORI INTERFACCIA`	介面的背景與文字
`SPECTRUM`	瀑布圖與頻譜顯示的配色

14.10 Advanced

區域	內容
`DATA DOWNLOAD`	輔助資料的下載
`STARTUP`	`Monitor OFF`、`Monitor Last`、`Auto Astro`、`High DPI`、`Direct Visual`、`Slow-PC mode`、`Low CPU` 等啟動選項
`DATA UPDATES`	LoTW 使用者與美國各州資料的更新，含 `Force Update`
`BEHAVIOR`	`Quick Call`、`Force Call 1st`、`VHF/UHF`、`Wait Features`、`Erase Band Act`、`Clear DX Grid`、`Clear DX Call`、`RX>TX after QSO`、`Alt Erase Btn`、`No Btn Color`
`OPERATING MODE`	`Fox Mode`、`Hound Mode`、`SuperFox`、`Show OTP`
`CONTEST`	活動類型、交換內容與競賽名稱
`NTP TIME SYNC`	內建的 NTP 用戶端
`ADV DECODING`	`Coherent Avg`、`Neural Sync`、`Turbo Feedback`、`Auto Mode`（第 9 章）
`OTP`	`OTP Enabled`、`OTP Seed`、`OTP Interval`、`OTP URL`

14.11 Alerts

`AUDIO ALERTS` — 把聲音對應到事件（新的 DXCC、新的網格、正在尋找的呼號、直接呼叫）。

14.12 Filters

`BLACKLIST`、`WHITELIST`、`ALWAYS PASS`、`EXCLUDE TERRITORY`、`FILTER OPTIONS`（第 12.3 節）。

14.13 UI Buttons

`TOP TOOLBAR`（按鈕是否顯示）與 `TOOLBAR BUTTON ORDER`（排列順序，工具列與 TX 面板都可 還原為預設）。

15. 鍵盤快速鍵

發射

按鍵	動作
`F1` ⋯ `F7`	選擇 TX1 ⋯ TX7 訊息
`F9`	把接收切換為只用第一週期或只用第二週期
`Esc`	**Halt** — 立即停止發射

控制（`Ctrl`）

按鍵	動作
`Ctrl+A`	開啟或關閉 Auto Sequence
`Ctrl+G`	產生所有 TX 訊息
`Ctrl+Z`	開啟或關閉 ZAP 模式

操作（`Alt`）

按鍵	動作
`Alt+L`	記錄目前的 QSO
`Alt+M`	清空解碼清單
`Alt+S`	停止發射

其他

按鍵	動作
`F11`	全螢幕（若已在 `Setup > Display > UI — PERFORMANCE` 中啟用）

完整清單可在程式內的 `Keyboard Shortcuts` 中查看。

16. 診斷與問題排解

16.1 什麼都解不出來

請依下列順序檢查：

1. **Monitor 在運作嗎？** 按鈕上應該顯示 `STOP`。
2. **瀑布圖在捲動嗎？** 若停住不動，問題在音訊輸入裝置，不在解碼器。
3. **接收位準合理嗎？** 背景雜訊過低與過載，同樣都會妨礙解碼。
4. **時鐘同步了嗎？** 查看 Time Sync 面板。在 FT2 與 FT4 中，零點幾秒就足以讓一切落空。
5. **模式與頻率相符嗎？** 在 FT4 的頻率上用 FT8，什麼都解不出來。
6. **音訊聲道正確嗎？** 使用立體聲編解碼器時，選錯聲道等於靜音。

16.2 我在發射但沒人回應

- 確認 **PTT** 有效，且電台確實進入發射狀態。
- 查看 `Setup > Radio > DIAGNOSTICS` 中的遙測：功率應與預期相符，**ALC** 應保持不動作。 顯示 `ALC --` 表示該數值無法取得，而 `0` 是有效數值：這是兩種不同的情形。
- 檢查**駐波比**：`Check SWR` 不會阻擋 `Tune`，所以您可以量測與調整，但它會保護真正的發射 與 Auto CQ。
- 確認沒有在時槽之外發射：在 FT2 中，保守的發射視窗（第 6.3 節）會拒絕過晚的發射，這是 正確的行為。

16.3 繪圖與效能問題

現象	處理方式
介面頓挫、解碼延遲	`Slow-PC mode`、頻譜 FPS 上限、關閉 Live Map
黑畫面或瀑布圖出現雜訊	在 Windows 上改用 **D3D11** 的退回方案而非 D3D12；更新顯示卡驅動程式
啟動非常慢	首次啟動屬正常（地圖快取與資料）；若持續如此，請檢查防毒軟體與速度較慢的磁碟
解碼結果的字型未對齊	在 `Setup > Display > FONT` 中設定等寬字型
處理器始終滿載	減少 `ADV DECODING` 的項目、使用 `Auto Mode`、啟用 `FT2: adaptive decode`

`Setup > Display > UI — PERFORMANCE` 中的**處理器壓力**指示會計算本次執行的過載次數：若 `severe` 計數持續上升，表示電腦跟不上，應該把設定調輕。

16.4 音訊卡住，或發射後殘留載波

Decodium 內建了正是針對這種情形的**發射音訊 watchdog**。若出現該現象：

1. 使用 `Halt`（或 `Esc`）；
2. 確認電台端的 PTT 已釋放；
3. 在 `Setup > Audio` 中檢查音訊輸出裝置；
4. 若每次都出現，請取一份診斷日誌並回報該情況。

16.5 CAT 連接埠變動或重複出現

在 Linux 上請使用 `/dev/serial/by-id/...` 路徑，它在重新開機之間保持不變。若同一台裝置 出現兩次（既是 `/dev/ttyUSB0`，又是 `by-id` 路徑），請選 `by-id` 路徑而不要兩者都選： 它們是同一個實體裝置。

16.6 如何寫出有用的問題回報

Decodium 內建問題回報視窗。一份有用的回報包含：

- 程式的確切版本（`About Decodium`）；
- 作業系統與平台；
- 所使用的電台與 CAT 後端；
- 運作模式與頻率；
- 能重現問題的步驟說明；
- 診斷日誌；若問題與解碼有關，另附訊號的 WAV 檔案；
- 對於 FT2 流程方面的問題：請啟用 `FT2 state transition census (log only)` 並附上軌跡。

17. 檔案、資料夾與使用者資料

Decodium 使用 Qt 所規定的系統標準資料夾來存放：

- 設定；
- QML 快取；
- 解碼歷程的 SQLite 資料庫（`db.sqlite`）；
- `CTY.DAT` 與 DXCC 資料；
- ADIF 日誌；
- 診斷日誌；
- 音訊錄音。

確切位置取決於平台。**最可靠的尋找方式是讀取啟動日誌**，Decodium 會在其中輸出主要路徑 （`AppDataLocation`、`CacheLocation`、資料庫路徑）。

要完整備份設定，需要：設定資料夾、ADIF 日誌與歷程資料庫。

Decodium 也包含**儲存格式的遷移**：當資料結構在版本之間變動時，既有檔案會在首次啟動時 轉換。不過在重大更新之前，為資料資料夾留一份副本仍是合理的預防措施。

18. 從原始碼建置

18.1 相依項目

依平台不同，需要：

- **CMake**（3.20 或更新）以及較新的 C/C++ 編譯器；
- **Qt 6**，含 `Quick`、`Qml`、`QuickControls2`、`Widgets`、`Multimedia`、`Network`、`SerialPort`、`Sql`、`WebSockets` 各模組；
- **Hamlib**；
- 供仍然存在的舊有元件使用的 **Fortran** 編譯器（`gfortran`）；
- **Boost** 以及建置檔案中所列的其他相依項目。

18.2 建置指令檔

儲存庫中提供了面向主要平台的現成指令檔：

檔案	用途
`build-linux.sh`、`docker-build-linux.sh`	Linux 建置，也可在容器中進行
`build-arm.sh`	面向 ARM/aarch64 的建置
`build-intel-x64.sh`	面向 Intel x86_64 的建置
`build_and_package.bat`、`reconfigure_and_build.bat`	在 Windows 上建置與封裝
`Dockerfile.ubuntu-x64`、`Dockerfile.trixie-arm`	可重現的建置環境

專屬於 Windows 的說明位於 `doc/building on MS Windows.txt` 及相鄰的檔案；macOS 的移植記載 於 `doc/MACOS_PORTING_v1.2.0.md`。

18.3 測試

`tests/` 目錄包含單元測試以及各解碼器實作之間的比對，其中也含針對 FT2 與 FT2-Link 的 測試。執行方式：

```
ctest --output-on-failure
```

解碼各級之間的比對測試，是核實對解碼器的改動未造成靈敏度退步的正確工具。

19. 詞彙表

詞彙	含意
ADIF	業餘無線電日誌交換的標準格式
ALC	電台的 Automatic Level Control：在數位模式下應保持不動作
AP	*A priori*：事先已知、用來輔助解碼的資訊
Auto Sequence	QSO 訊息流程的自動推進
B4	*Before*：在該波段、該模式下已經通聯過的電台
CAT	Computer Aided Transceiver：從電腦控制電台
DT	所接收的訊號與預期時槽之間的時間差
DXCC	DX Century Club 計畫中的地理實體
Fox / Hound	DX 遠征中的角色：Fox 是遠征方，Hound 是呼叫方
FT2	*Fast Track 2*：本專案建立的 4-GFSK 模式，時槽為 3.75 秒
GFSK	Gaussian Frequency Shift Keying，帶高斯濾波的移頻鍵送
Grid / 網格定位	Maidenhead 座標（例如 `JN71DC`）
LDPC	Low-Density Parity-Check：FTx 系列模式所使用的錯誤更正碼
MAM	Multi Answer Mode：並行進行多個 QSO
OSD	Ordered Statistics Decoding：面向臨界訊號的解碼技術
PTT	Push To Talk：轉入發射的操作
QSB	所接收訊號強度的起伏
時槽 / T/R 週期	接收與發射交替的時間區段
SNR	訊噪比，以 dB 表示，換算至 2500 Hz 頻寬
Split	在與接收頻率不同的頻率上發射
TCI	部分電台與 SDR 軟體所使用的控制協定
ZAP	用於抑制干擾與不需要的訊號的模式

20. 致謝、授權與聯絡方式

專案

- **Martino Merola — IU8LMC** — FT2 的建立者，DECODIUM 的 lead developer
- **Salvatore Raccampo — 9H1SR** — C++ 核心，macOS 與 Linux 的建置與套件
- FT2 社群的測試者與貢獻者，近期各版本的大部分工作都是由他們的回報所引導

- 社群的譯者，他們維護著程式的各語言版本

程式碼的由來

Decodium 出自 **WSJT-X** 這一脈。WSJT-X 由 Joe Taylor K1JT、Steve Franke K9AN、Bill Somerville G4WJS 以及該專案的其他作者開發，並以 GPL 授權散布。隨原始碼提供的 `AUTHORS`、 `THANKS` 與 `COPYING` 檔案載明完整的署名與授權。本專案自身的貢獻——FT2 協定、重寫的解碼器 與調變器、QML 介面、內建服務——記載於提交歷程與 `CHANGELOG.md` 中。

授權

Decodium 4.0 Core Shannon 是自由軟體，以 **GNU General Public License 第 3 版**散布。 您可以依該授權的條款使用、研究、修改與再散布。在適用法律所允許的範圍內，本程式 **不附帶任何擔保**。

何處取得協助

- 專案網站：**ft2.it**
- 社群與支援：**community.ft2.it**
- Telegram 頻道 *FT2 Digital Mode*
- 技術回報：GitHub 儲存庫的 *Issues* 區

關於運作的最後說明

Decodium 控制的是一台發射機。對於送上空中的內容——波段、頻寬、功率、時段、許可——責任在 持有執照的操作者。本程式的實驗性功能，尤其是 FT2-Link 的寬頻寬設定檔與多路資料流模式， 請在查核了您所在波段與 IARU 分區所適用的規定之後再使用。

73 de IU8LMC