

智慧型系統與訊號設計實驗室

Intelligent System and Signal Design Lab

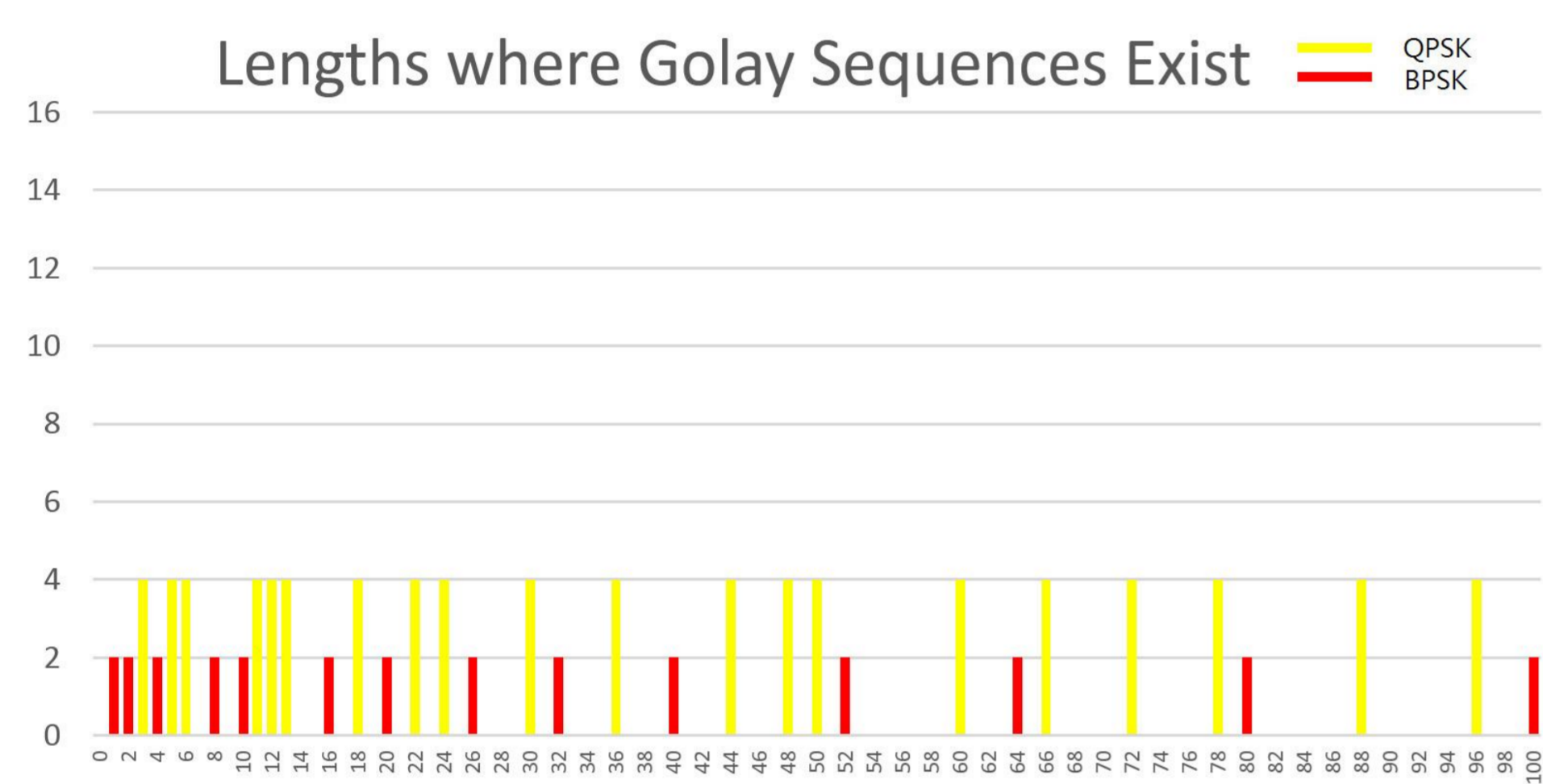
七館 R70828 指導老師: 李穎

實驗室簡介

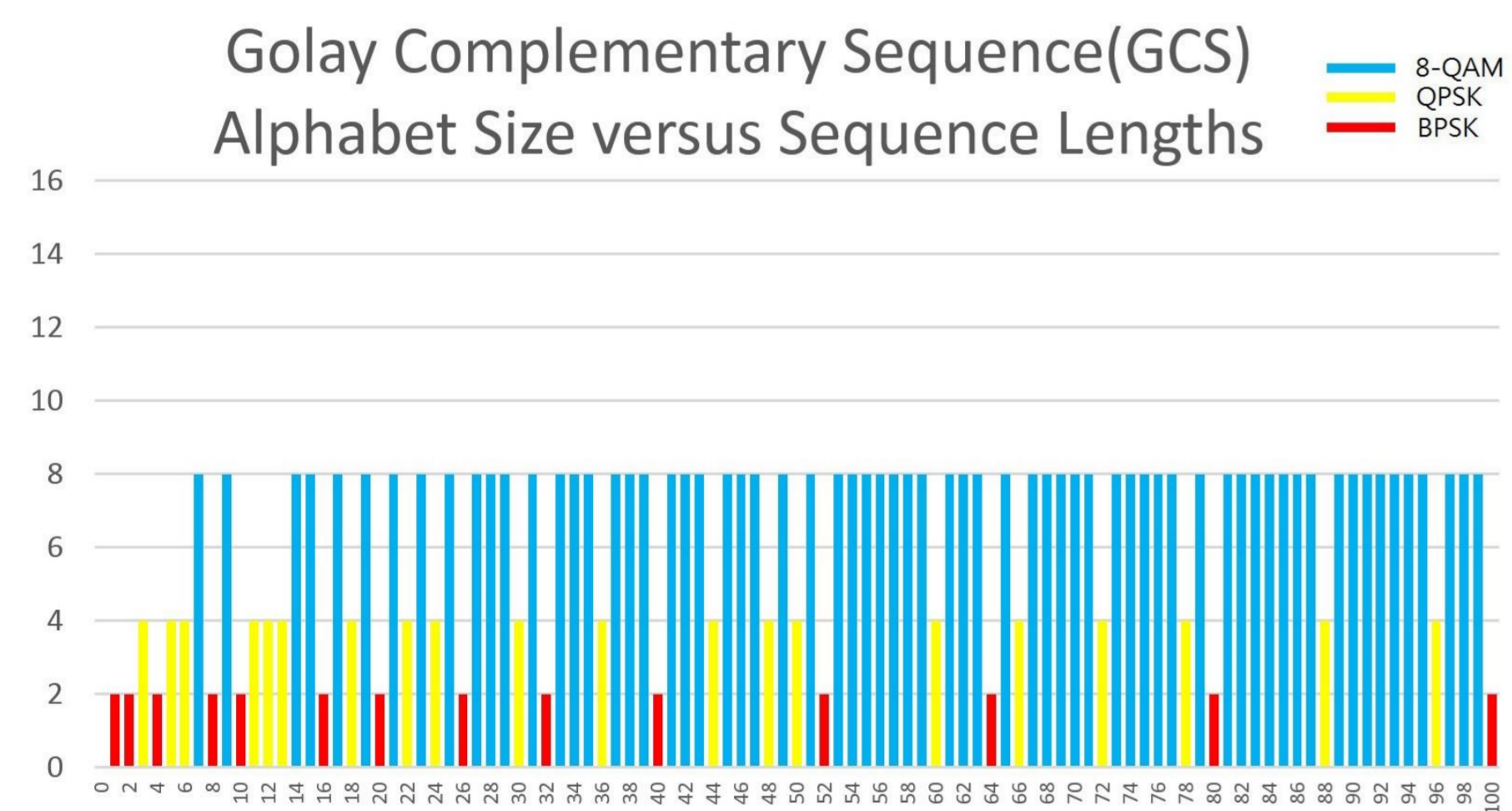
本實驗室探討具有特殊正交性質的訊號序列建構與應用。包含兩兩成對的格雷互補序列 (Golay Complementary Sequences)、多維格雷互補陣列(Golay Complementary Arrays)，並延伸探討具有完美非同步正交性的一維與多維相互正交格雷互補集合(Mutually Orthogonal Golay Complementary Sets)、零相關區間序列(Zero Correlation Zone Sequences)，與具有頻域平坦列(spectrally flat rows)的正交(orthogonal matrix)與么正矩陣(unitary matrix)。可應用於通訊、雷達、超音波、物聯網、壓縮感知、編碼孔徑成像等領域，可提升多載波訊號功率效率、降低干擾、提高感知重建與成像品質。

畢業專題研讀5G NR(New Radio)實體通道與調變規格書 ETSI TS 138 211(每年更新四次)，了解各實體通道任務功能。以程式實作各通道採用的參考序列(m序列, ZC序列, 電腦搜尋表列序列)，探討其指派使用方法，字集、混淆函數時頻域正交性、功率峰均比性質。

一維格雷互補序列 字集大小與序列長部份長度無法生成互補序列



成果: 建構 8-QAM格雷互補序列 所有長度均可生成互補序列



成果: 可生成任意尺寸 二維、三維與更高維度 QAM格雷互補陣列對 圖內數字為QAM字集大小 可用於編碼孔徑成像 以計算方式將重疊影像合併

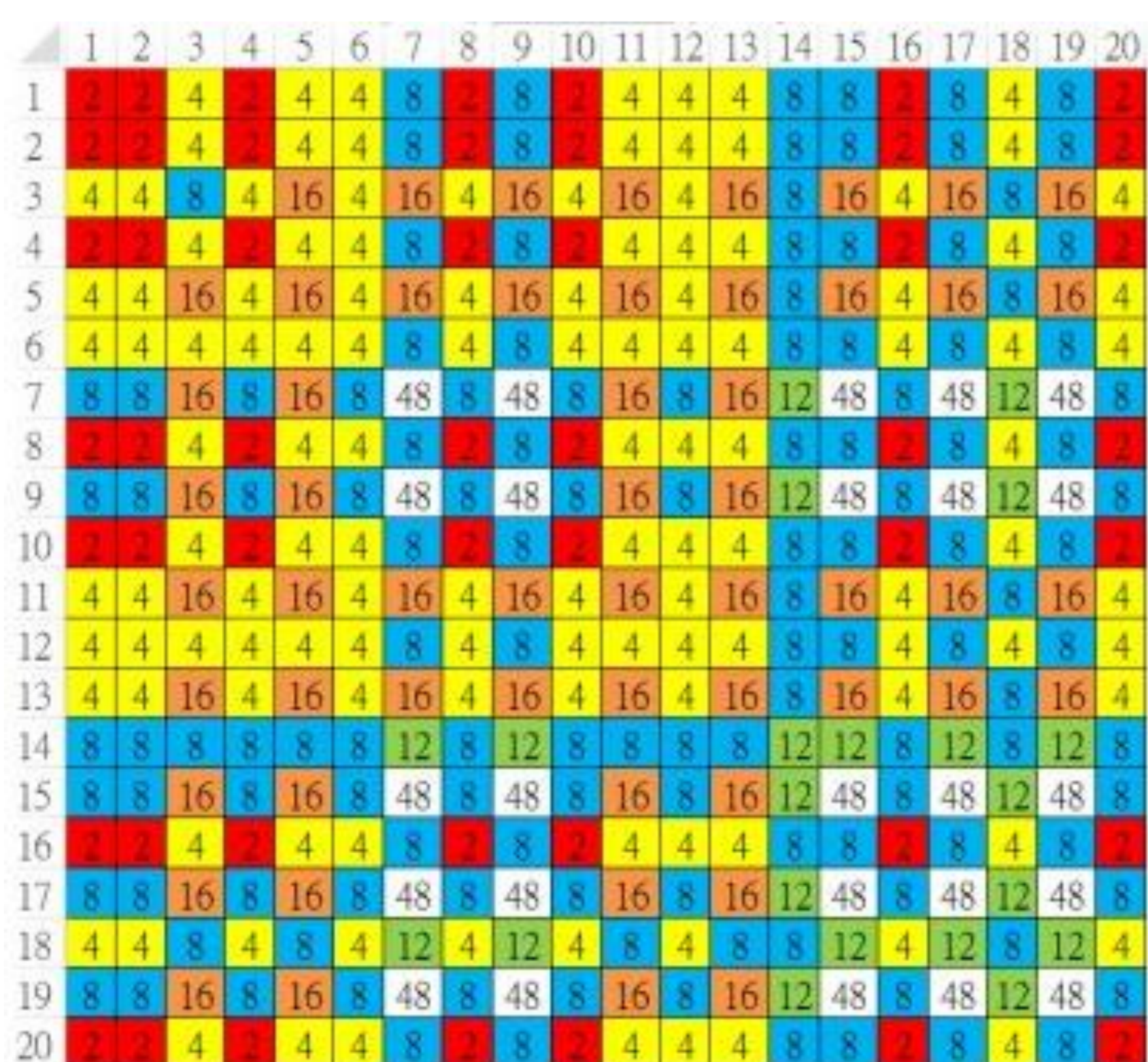


圖 3.10 $L_1 \times L_2$ 2D GCP 之最小字集(不含零), $L_1, L_2 \leq 20$

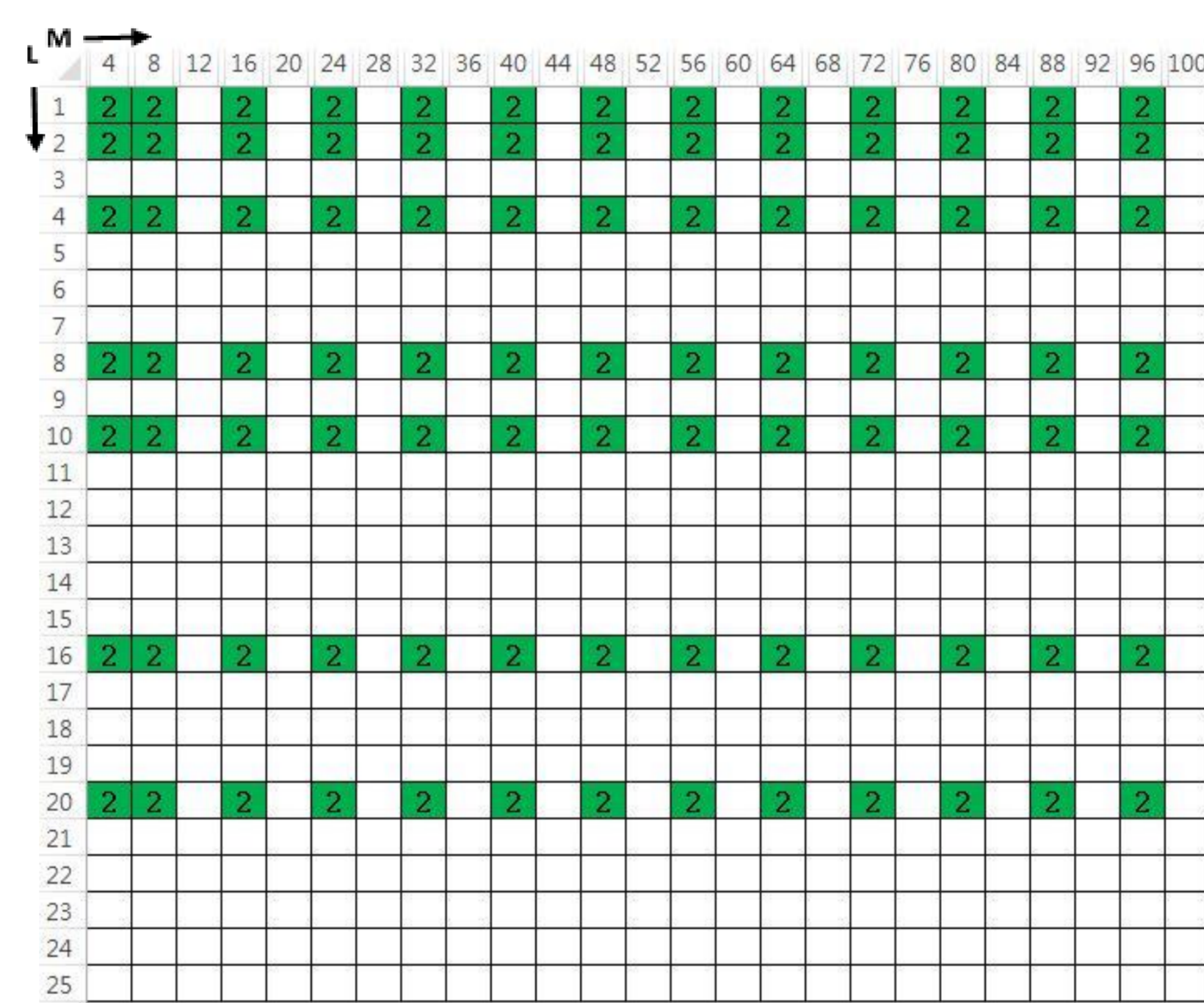
研究成果概述

(MNL) 相互正交格雷互補集合 包含序列或陣列 組合式非同步完美正交性
同集合序列/陣列 自相關函數和為脈衝
不同集合序列/陣列 互相關函數和為全零

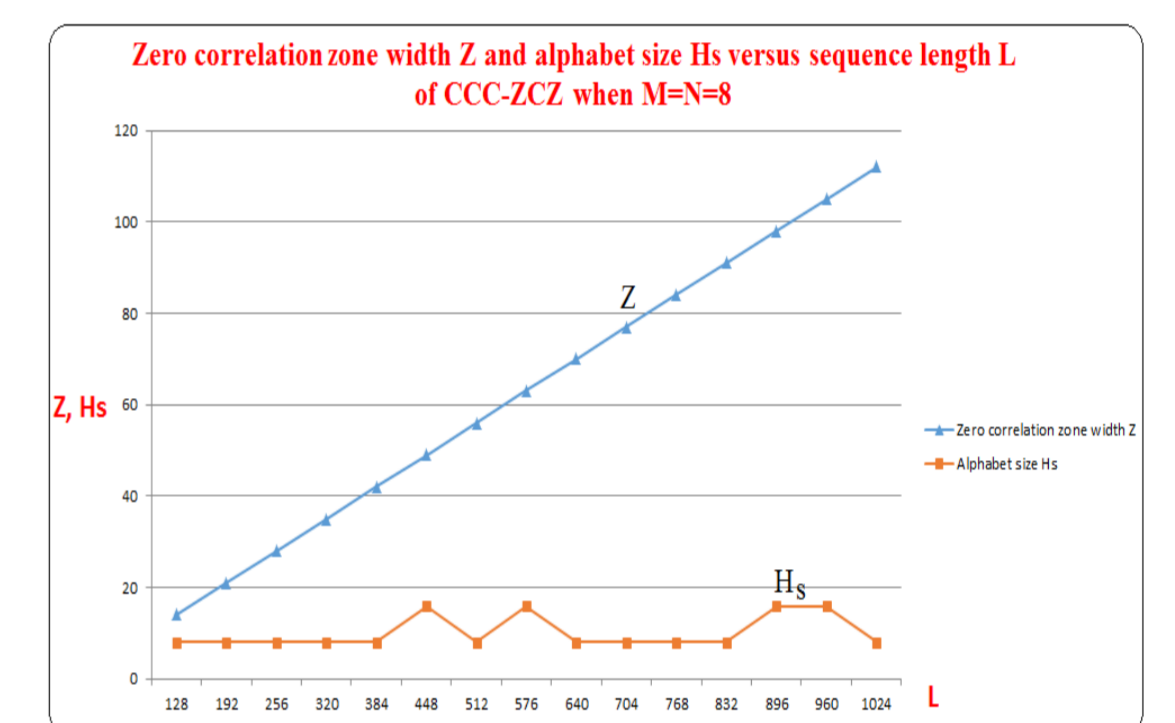
$$\left\{ \left\{ C_j^{(i)} \right\}_{j=0}^{N-1} \right\}_{i=0}^{M-1} = \begin{cases} \{C_0^{(0)}, C_1^{(0)}, \dots, C_{N-1}^{(0)}\} \\ \{C_0^{(1)}, C_1^{(1)}, \dots, C_{N-1}^{(1)}\} \\ \vdots \\ \{C_0^{(M-1)}, C_1^{(M-1)}, \dots, C_{N-1}^{(M-1)}\} \end{cases}$$

$$\sum_{j=0}^{N-1} R_{C_j^{(i)} C_j^{(r)}}(u) = \begin{cases} \text{const, if } i=r \text{ and } u=0 \\ 0, \text{ otherwise} \end{cases}, \text{ 其中 } i, r=0, 1, \dots, M-1$$

成果: (MNL)可建構尺寸大幅增加



成果: 零相關區間序列 可建構 尺寸大幅增加



The CCC-ZCZ zero correlation zone width $Z = (N-1)L'$ and alphabet size H_s versus ZCZ sequence length $L = N^2 L'$ when $M = N = 8, L' \in \mathbb{Z}^+$

成果: Unitary Matrix with Spectrally Flat Rows

8-QAM 字集 Minimal矩陣(各代表 $6!4^6=11796480$ 個矩陣)

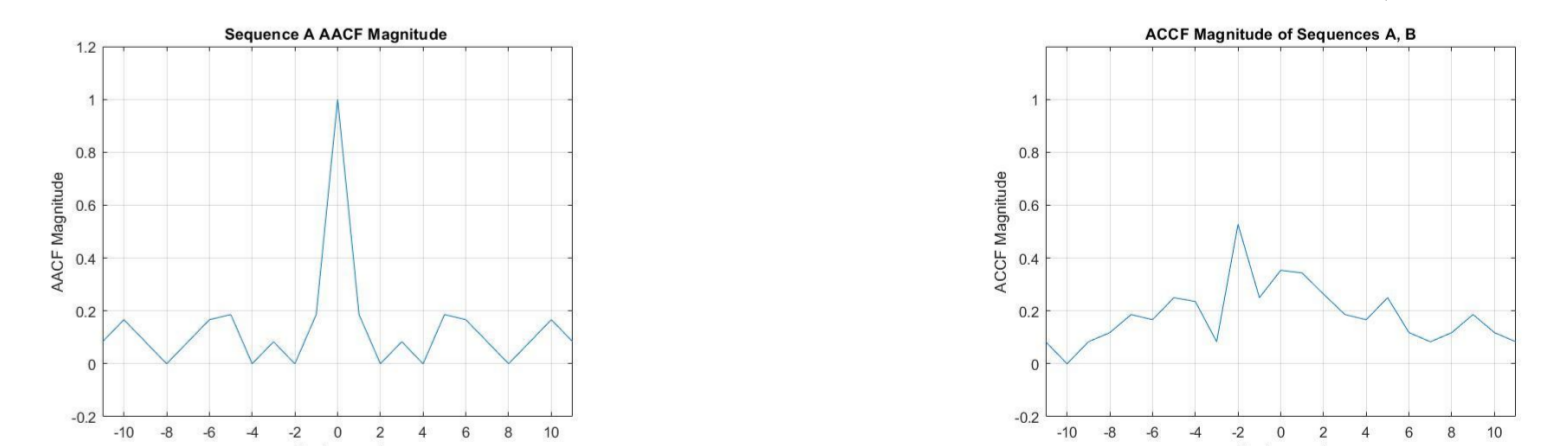
$$G_{6A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 5 & 1 & 5 & 4 \\ 0 & 3 & 3 & 3 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 7 & 7 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & 3 & 7 & 0 & 5 \\ 1 & 7 & 0 & 4 & 3 & 5 \\ 1 & 7 & 2 & 2 & 7 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G_{6B} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 5 & 1 & 5 & 4 \\ 0 & 5 & 5 & 5 & 5 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 6 & 3 & 7 \\ 1 & 4 & 3 & 7 & 0 & 5 \\ 1 & 5 & 0 & 2 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

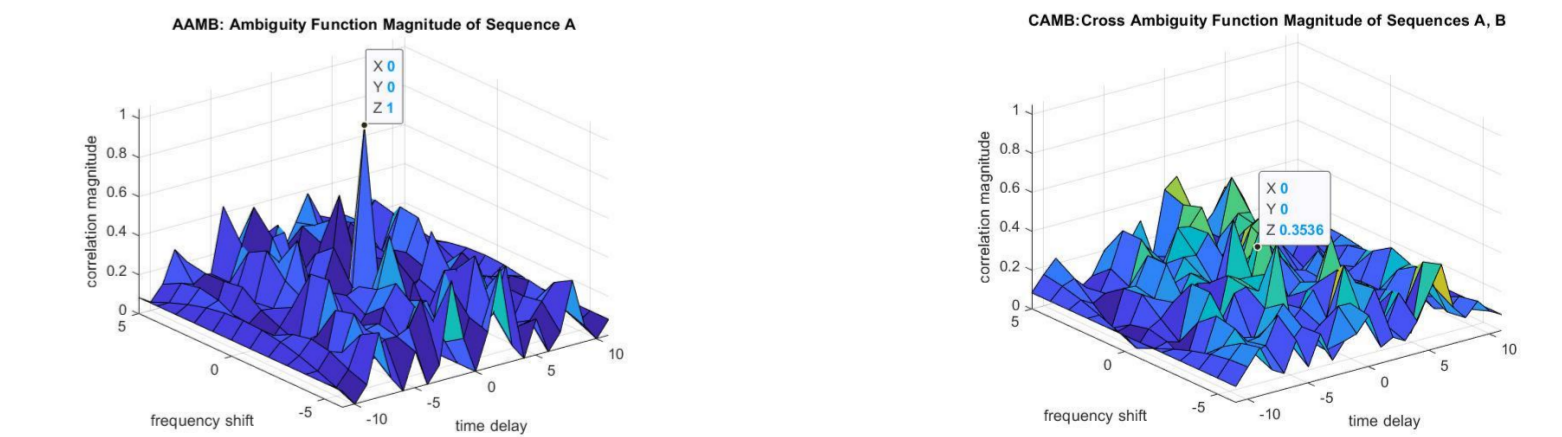
$$G_{6C} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 5 & 1 & 5 & 4 \\ 0 & 5 & 5 & 5 & 5 & 0 \\ 1 & 0 & 3 & 3 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 0 & 0 & 3 & 1 \\ 1 & 4 & 3 & 7 & 0 & 5 \\ 1 & 7 & 0 & 4 & 3 & 5 \end{bmatrix}$$

畢業專題 5G PUCCH Scheduling Request 序列(SR序列)性質探討 (30個長12電腦搜尋序列)

- SR序列自相關函數(理想:完全對齊為脈衝, 其他為0)
- SR序列互相關函數(理想:完全為0)



- SR序列自混淆函數(理想: 2D Impulse)
- SR序列互混淆函數(理想: 2D 全零)



功率峰均比(Peak-to-Average Power Ratio)低
平均值: 1.816807 正交性較不理想
30個序列兩兩互相關 最大值達 0.7 雷同性高

| | | | | | |
|----|--------|----|---|----|--------|
| 平均 | 0.2747 | 最小 | 0 | 最大 | 0.7169 |
|----|--------|----|---|----|--------|