



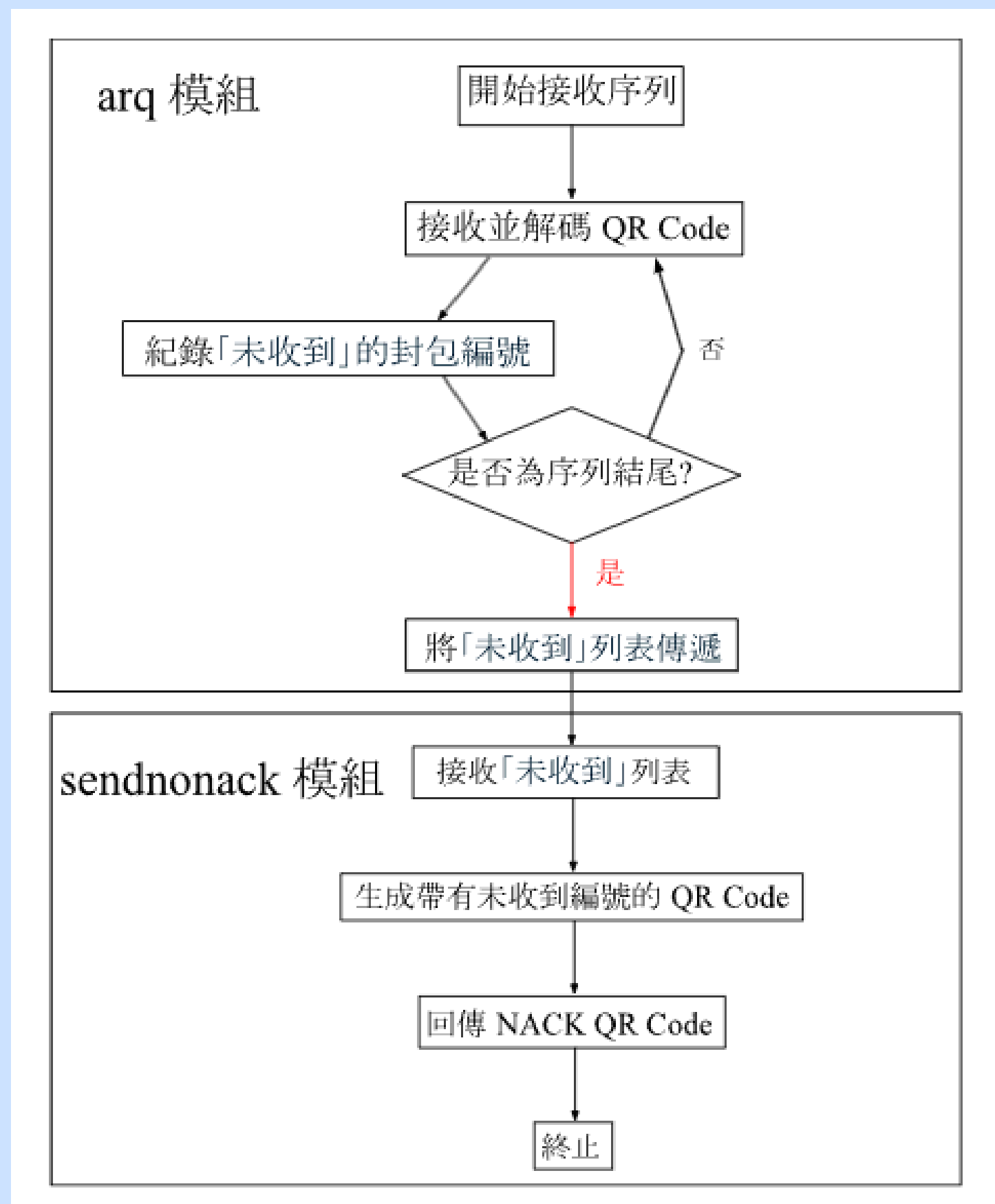
重啟智慧型手機 QR Code 可見光通訊系統

專題生：陳信淇、陳峻揚、吳俊學 指導教授：李昌明教授

摘要

本專題研究透過智慧型手機提供了一個無需額外硬體、高安全性且無電磁波干擾的通訊方法並整合兩套不同機制的自動重傳請求的可見光通訊系統。在前人研究的架構下，克服作業系統與開發工具的世代差異後量測並比較兩機制之有效傳輸速率、錯誤率與端到端傳輸時間，以評估此系統於現代手機硬體上的可行性與效能界線。

ASR-ARQ(聚合選擇性重傳請求)

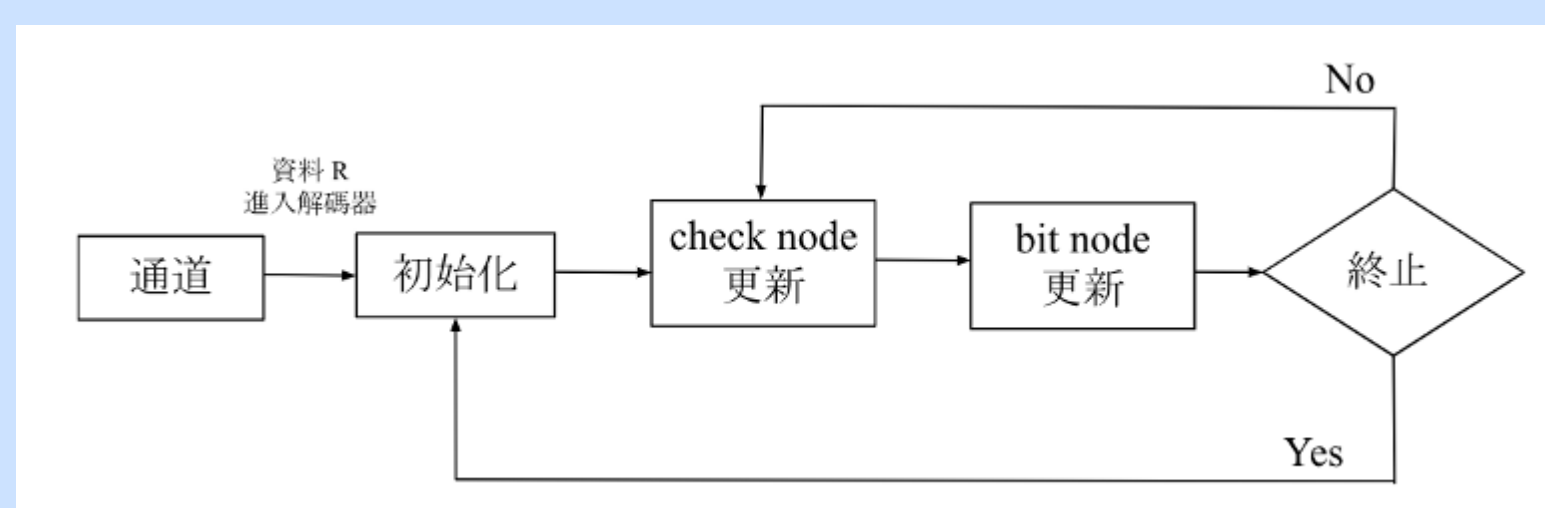


圖一、ASR-ARQ 解碼流程

ASR-ARQ 不會為單一遺失的 QR Code 立即回傳請求，而是將多個 NACK 訊息組合在一起。當整個序列傳輸完畢後，接收端會檢查此序列中所有遺失的封包 ID，並將這些遺失的 ID 全部編碼進一個 QR Code 中，作為該序列的 NACK 訊號一次性回傳給傳送端。透過這種方式，ASR-ARQ 能有效減少接收端的回饋次數，從而降低通道的浪費。

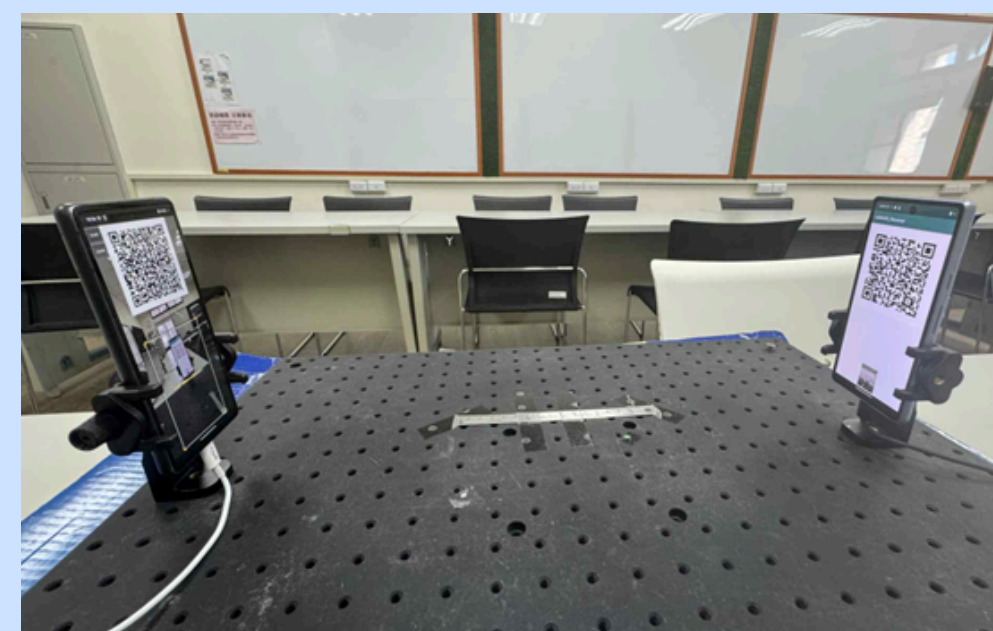
AH-ARQ(聚合混合式自動重傳)

AH-ARQ 結合了前向錯誤更正與前述的 ASR-ARQ 機制。收到序列後，接收端會判斷以目前收到的封包是否足以透過 LDPC 來還原出完整的原始資料。若可以還原，接收端就會直接利用 LDPC 解碼，取得完整的資料，不需要重傳。只有在遺失的封包過多，無法透過 LDPC 還原時才會啟動 ASR-ARQ 機制請求重傳。

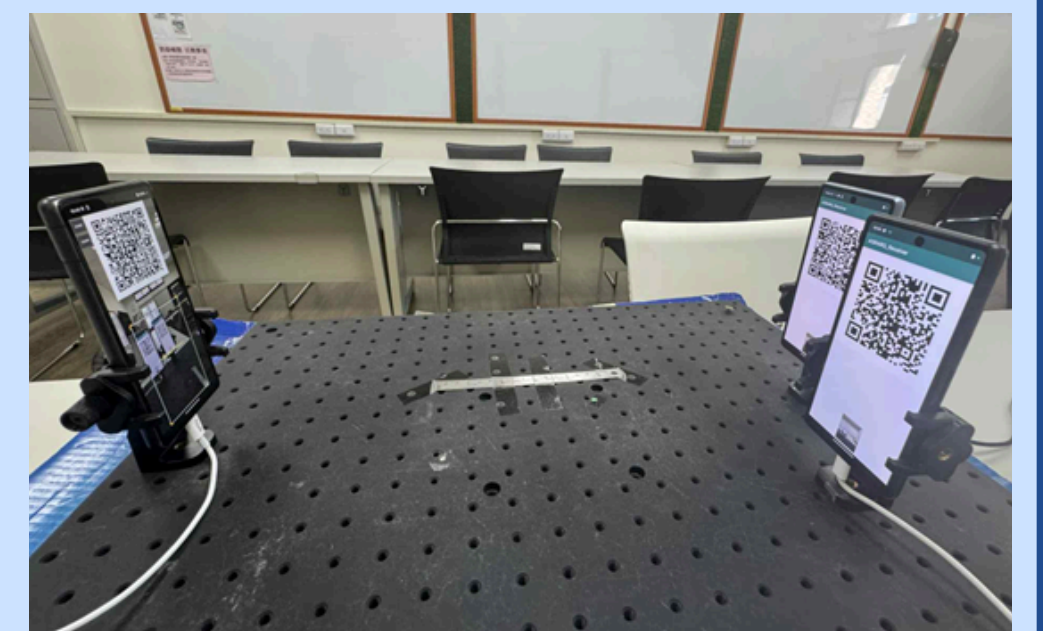


圖二、LDPC解碼流程

實驗環境設置



圖二、PTP實驗設置



圖三、PTMP實驗設置

系統效能討論

從下表的 PTP 和 PTMP 實驗數據中可以發現 AH-ARQ(LDPC) 透過錯誤更正碼有效降低了錯誤率，但也同時犧牲掉了傳輸速度。

| | R1 接收率 | R1 重傳接收率 | R1 錯誤率 | R1 傳輸速度(Kbps) |
|---------------|--------|----------|--------|---------------|
| ASR-ARQ | 0.786 | 0.684 | 0.069 | 6.002 |
| AH-ARQ (LDPC) | 0.82 | 0.458 | 0.039 | 5.906 |

表一、PTP 實驗數據

| | R1接收率 | R1重傳接收率 | R1錯誤率 | R1傳輸速度(Kbps) | R2接收率 | R2重傳接收率 | R2錯誤率 | R2傳輸速度(Kbps) |
|---------------|-------|---------|-------|--------------|-------|---------|-------|--------------|
| ASR-ARQ | 0.803 | 0.663 | 0.072 | 5.39 | 0.572 | 0.559 | 0.208 | 8.024 |
| AH-ARQ (LDPC) | 0.823 | 0.483 | 0.047 | 4.257 | 0.675 | 0.29 | 0.18 | 4.502 |

表二、PTMP 實驗數據

結論

本專題研究成功將可見光通訊系統移植至現代智慧型手機並完成軟硬體升級。實驗結果顯示，Pixel 7a 在 QR Code 接收表現上優於 Pixel 4a。於 PTP 實驗中，AH-ARQ (LDPC) 相較 ASR-ARQ 機制，回傳數量降低 76.9%，錯誤率降低 43.5%，顯示其具更佳的資料保護與穩定性。於 PTMP 實驗中，雖 R2 距離較近，但因水平位移導致接收率與重傳接收率皆低於 R1。未來將增加 QR Code 傳送組數以提升系統穩定性，並嘗試將內容由純文字擴展至音訊或影像以強化應用性。