

6G行動通訊-毫米波束預測

6G Mobile Communication : Millimeter-Wave Prediction

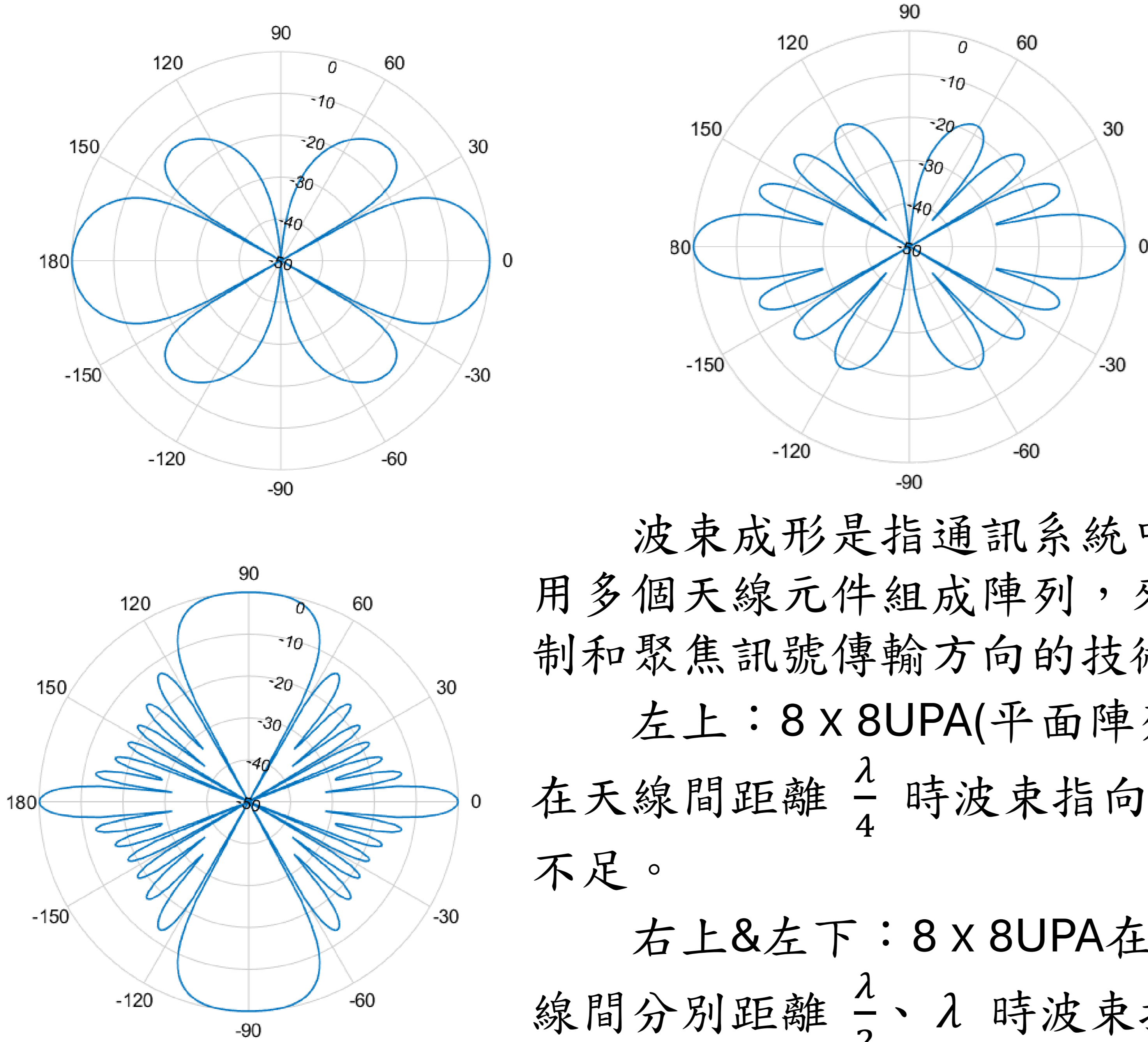
組員：曾柏勳、范姜弘燁 指導教授：劉光浩

簡介

因為6G行動通訊需要擴大通訊容量，故訊號的傳輸使用更高的頻率，由於高頻的電磁波在傳輸上有種種物理限制，因此常利用具有指向性的毫米波束進行傳輸，但使用者移動時波束會難以對齊，必須利用預測的方式才能精準傳輸訊號。

本專題使用beam training 和 beam tracking的方法來處理波束變化的問題，其中beam training是將所有波束用來獲得通道訊息，beam tracking則是根據過去的資訊來預測短時間的通道變化，其中我們主要透過Extended Kalman filter來實現，最終找出最佳的傳輸波束與接收波束組合，再利用預測的結果來設計並傳遞波束。

波束成形



波束成形是指通訊系統中利用多個天線元件組成陣列，來控制和聚焦訊號傳輸方向的技術。

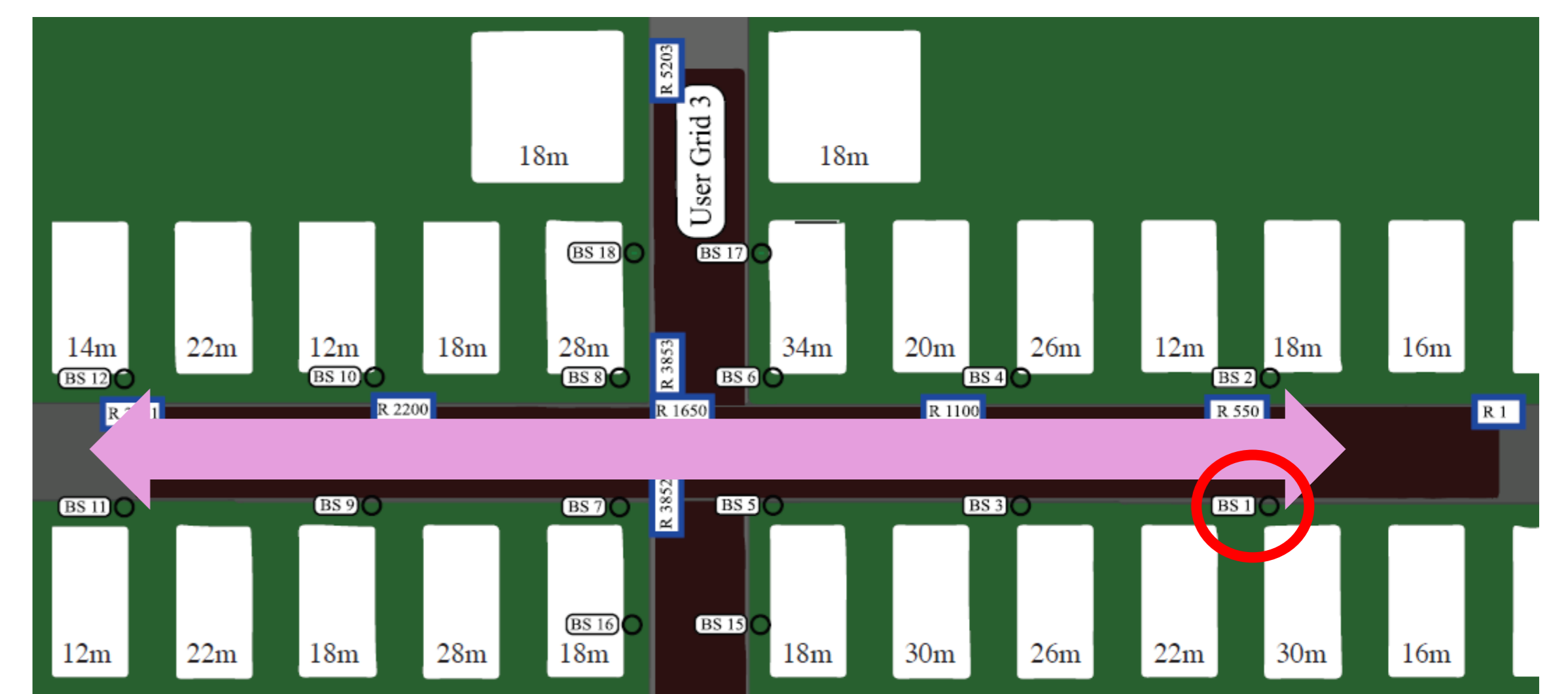
左上：8 x 8 UPA(平面陣列)在天線間距離 $\frac{\lambda}{4}$ 時波束指向性不足。

右上&左下：8 x 8 UPA在天線間分別距離 $\frac{\lambda}{2}$ 、 λ 時波束指向性符合傳輸需求，但距離 λ 時能量使用率不佳，因此本專題採用天線間距離 $\frac{\lambda}{2}$ 的陣列進行後續模擬。

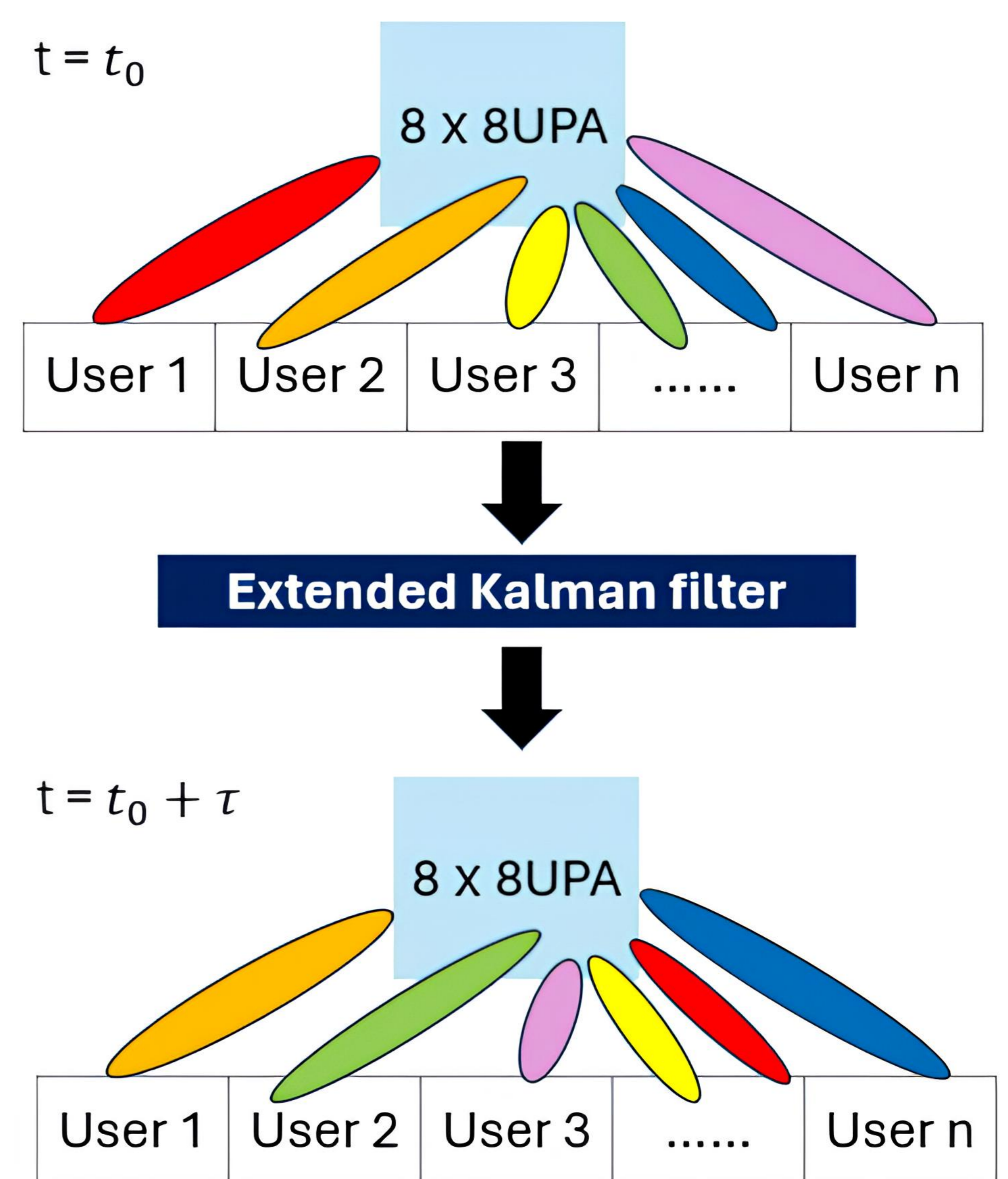
結論

雖然機器學習的預測結果不論是在低速還是高速都較EKF準確，但是EKF的模型複雜度較低，運算也較為快速，因此在實際情況中將準確度與系統執行的速度納入考量的話，在進行波束預測時，應針對低速移動的使用者使用EKF，例如行人與一般道路上的車輛；針對高速移動的使用者使用機器學習的方法，例如鐵路與高速公路上的車輛。

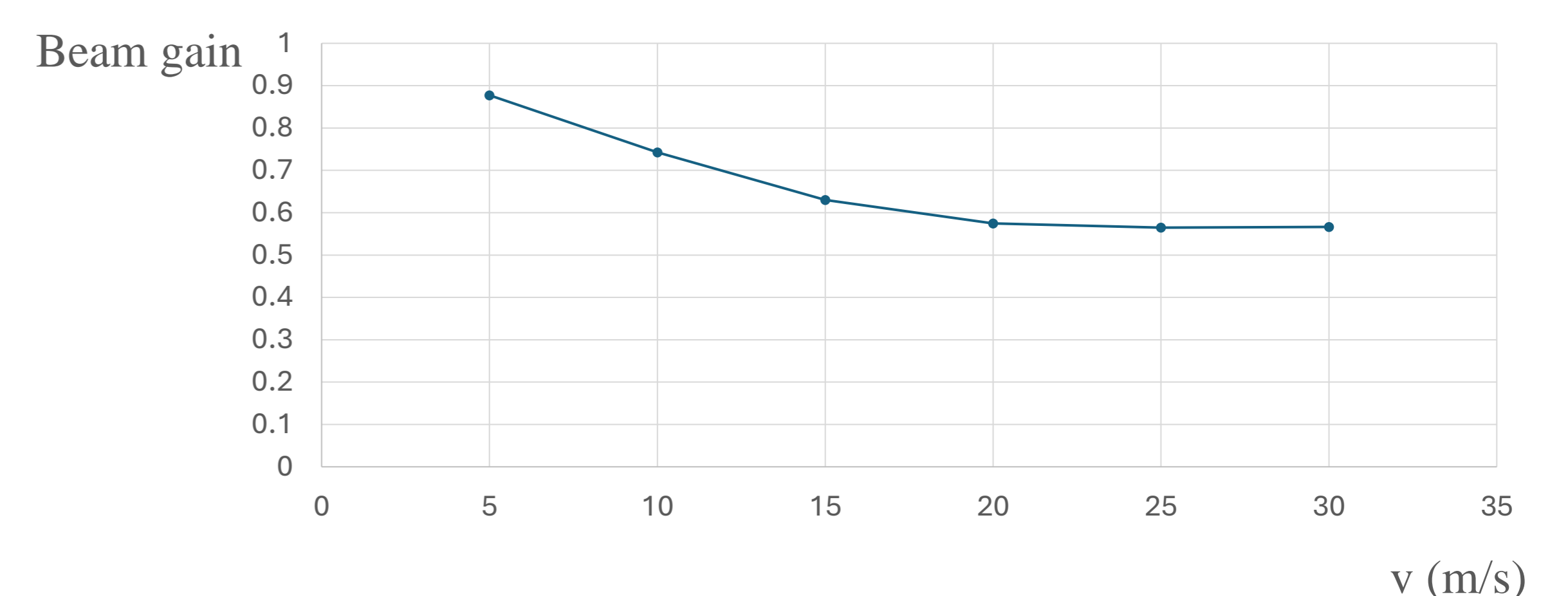
波束預測



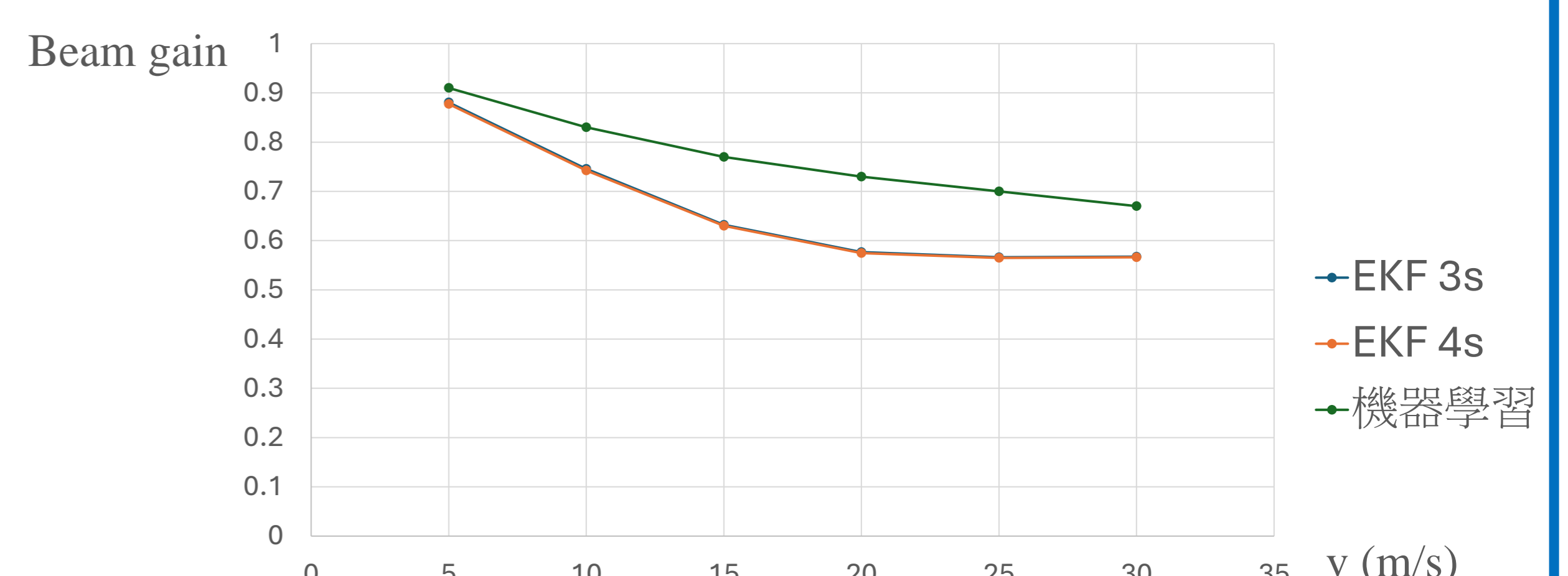
實際模擬場景範圍(粉色箭頭)與傳輸端(紅圈)。



利用Extended Kalman filter進行預測，找出未來最佳的波束組合。



在使用者低速運動的情況下beam gain的值較大，預測較為準確，但在使用者高速運動的情況下則預測失準。



縮短預測的時間雖有成功的提升準確度，但效果不顯著，加入機器學習的方法後，使用者高速運動的預測失準則大幅改善。