

針對下鏈波束形成器中的不匹配效應對於多用戶無線通訊系統的影響之研究

徐鴻文、武維疆

E-mail: 9419751@mail.dyu.edu.tw

摘要

在本篇論文中，我們首先在下鏈通道共變異數矩陣(DCCM)已知的條件下設計“一使用者對應獨特天線權值”的下鏈波束形成器。設計天線權值以基地台最少消耗功率為限制條件對underloaded(天線數超過使用者數)和overloaded(使用者數超過天線數)兩系統的多用戶干擾(MAI)做完全抑制。不過，因為DCCM不可能被完全正確的估計，所以我們針對空間特徵不匹配效應引起的效能退化提出更進一步的分析。此外，對於增進不匹配或是指向性錯誤之強健性，我們在DCCM上增加虛雜訊去得到欠載系統的權重向量；在超載時，推薦使用廣義最小平方(total-least-squares)為架構的強健式下鏈波束形成器(robust downlink beamformer)。在不同的情況下，不僅由電腦模擬顯示出DCCM不匹配對性能退化的敏感度，而且證明經強健處理與沒有經強健處理的波束器相比較，已經廣泛地改善效能。

關鍵詞：下鏈波束形成器、下鏈通道共變異數矩陣、多用戶干擾、低負載、超負載、不匹配、指向性錯誤

目錄

| | | | |
|---|-----|--|----|
| 封面內頁 簽名頁 授權書 | iii | 中文摘要 | |
| iv 英文摘要 | | v 誌謝 | |
| vi 目錄 | | vii 圖目錄 | |
| x 表目錄 | | xii 第 | |
| 第一章 緒論 1.1 研究動機 | 1 | 1.2 研究方法 | 1 |
| 1.3 論文內容大綱 | 2 | 第二章 陣列天線訊號處理用於無線通訊系統簡介 2.1 天線陣列工作 | 2 |
| 原理 | 3 | 2.2 Array pattern and Beamforming | 6 |
| 2.3 波束寬度與波束擴散效 | 7 | 2.4 Mainbeam Width之控制 | 10 |
| 應 | 10 | 2.4.1 MCMV Beamforming | 10 |
| | 10 | 2.4.2 Directional constraints | 11 |
| 2.4.3 Derivative constraints | 12 | 2.4.4 | 12 |
| Directional和Derivative constraints 設計上的缺點 | 13 | 第三章 不匹配對下鏈波束型成器系統之影響 | 13 |
| 3.1 概論 | 15 | 3.2 系統架構 | 15 |
| 3.2 系統架構 | 15 | 3.3 下 | 19 |
| 鏈空間處理演算法 | 19 | 3.3.1 解相關性下鏈波束器(DDB) | 19 |
| 3.3.2 最小平方下 | 24 | 3.4 非理想情況 | 27 |
| 鏈波數形成器(LSDB) | 24 | 3.4.1 指向錯誤(pointing errors) | 27 |
| 3.4.1.1 underloaded system | 28 | 3.4.1.2 overloaded system | 31 |
| 3.4.2 多重路 | 32 | 第四章 利用Robust演算法針對下鏈波束型成器效能改善之研究 4.1 簡介 | 32 |
| 徑(Multipath) | 32 | 4.2 強健式下鏈波束器(RDB) | 35 |
| | 35 | 4.3 TLS-based downlink | 40 |
| beamforming(TLSDB) | 40 | 第五章 針對波束形成器中不匹配效應對系統位元錯誤率之研究 5.1 通訊環境簡介與位元 | 43 |
| 5.1 通訊環境簡介與位元 | 43 | 5.2 位元錯誤率之推導 | 43 |
| 錯誤率之推導 | 43 | 第六章 模擬結果與效能評估 6.1 | 60 |
| 6.1 第一部分 | 52 | 6.2 第二部分 | 60 |
| 6.2 第二部分 | 60 | 6.3 第三部分 | 67 |
| 6.3 第三部分 | 67 | 第七章 結論與未來展望 | 71 |
| 71 參考文獻 | 75 | 附錄 A | 75 |
| | 75 | 附錄 B | 79 |
| | 79 | 附錄 C | 82 |
| | 82 | 圖目錄 圖2.1、一般線性排列之基本架構 | 4 |
| 4 圖2.2、ULA 模型中spatial filter的結構 | 7 | 圖2.3、波束寬度的定義 | 7 |
| 7 圖2.4、利用Directional constraints增加Mainbeam width之 模擬圖 | 8 | 圖2.5、利用Derivative constraints增加Mainbeam width之 模擬圖 | 12 |
| 12 圖3.1、下鏈波束形成器的架構 | 16 | 圖3.2、 θ 和 ϕ 之空間示意圖 | 24 |
| 24 圖3.3、 θ 和 ϕ 之空間示意圖 | 30 | 圖3.4、多重路徑通道模型 | 33 |
| 33 圖6.1、下鏈波束器之SNR對傳輸功率比較圖 | 53 | 圖6.2、過載系統之增加使用者 | 54 |
| 53 圖6.2、過載系統之增加使用者 | 54 | 與SINR比較圖 | 54 |
| 54 圖6.3、欠載系統之總傳輸功率與 θ 比較圖 | 54 | 圖6.4、使用者角度與 | 55 |
| 54 圖6.4、使用者角度與 | 55 | 傳輸功率比較圖 | 55 |
| 55 圖6.5、不匹配時DDB的之效能圖 | 56 | 圖6.6、不 | 57 |
| 56 圖6.6、不 | 57 | 匹配時LSDB之效能圖 | 57 |
| 57 圖6.7、不匹配時欠載系統之靈敏度比較圖a | 58 | 圖6.8、不 | 58 |
| 58 圖6.8、不 | 58 | 匹配時欠載系統之靈敏度比較圖b | 58 |
| 58 圖6.9、不 | 58 | 匹配時欠載系統之靈敏度比較圖c | 58 |

| | | | | | |
|-------|----|---------------------------------------|-------|--------------|---------------------------------------|
| ..... | 58 | 圖6.10、不匹配時過載系統之靈敏度比較圖a | ..... | 59 | 圖6.11、不匹配時過載系統之靈敏度比較圖b |
| ..... | 59 | 圖6.12、增加對CDB、DDB與RDB之P1比較圖 | ..... | 61 | 圖6.13、不匹配時RDB與DDB效能比較圖 |
| ..... | 61 | 圖6.14、RDB之c選擇問題a | ..... | 62 | 圖6.15、RDB之c選擇問題b |
| ..... | 62 | 圖6.16、不匹配時RDB和DDB的靈敏度比較圖a | ..... | 63 | 圖6.17、不匹配時RDB和DDB的靈敏度比較圖b |
| ..... | 63 | 圖6.18、不匹配並且考慮multipath之RDB和DDB比較圖a | ..... | 64 | 圖6.19、不匹配並且考慮multipath之RDB和DDB比較圖b |
| ..... | 64 | 圖6.20、不匹配時LSDB和TLSDB之靈敏度比較圖a | ..... | 65 | 圖6.21、不匹配時LSDB和TLSDB之靈敏度比較圖b |
| ..... | 65 | 圖6.22、不匹配並且考慮multipath之LSDB和TLSDB比較圖a | ..... | 66 | 圖6.23、不匹配並且考慮multipath之LSDB和TLSDB比較圖b |
| ..... | 66 | 圖6.24、過載系統與欠載系統之BER比較圖 | ..... | 68 | 圖6.25、不匹配時過載與欠載系統之BER比較圖 |
| ..... | 68 | 圖6.26、於欠載系統加入Robust對BER之改善比較圖 | ..... | 69 | 圖6.27、於過載系統加入Robust對BER之改善比較圖 |
| ..... | 69 | 圖6.28、於欠載系統之BER靈敏度比較圖 | ..... | 70 | 圖6.29、於過載系統之BER靈敏度比較圖 |
| ..... | 70 | 表目錄 | ..... | 表5.1、權重向量一覽表 | |
| ..... | 45 | 表7.1、遭受不匹配效應時之系統效能比較表 | ..... | 71 | 表7.2、RDB與DDB之效能比較表 |
| ..... | 71 | 表7.3、Robust對於過載系統之靈敏度改善比較表 | ..... | 72 | 表7.4、針對RDB與DDB抵抗多重路徑效應之效能比較表 |
| ..... | 72 | 表7.5、針對TLSDB與LSDB抵抗多重路徑效應和靈敏度之效能比較表 | ..... | 72 | 表7.6、不匹配時過載與欠載系統之BER比較表 |
| ..... | 73 | 表7.7、於欠載系統加入Robust對BER之改善比較表 | ..... | 73 | 表7.8、於過載系統加入Robust對BER之改善比較表 |
| ..... | 73 | 表7.9、於過載與欠載系統之BER靈敏度比較圖 | ..... | 73 | |

參考文獻