

中正大學課程大綱

課程名稱(中文)：	多天線多重輸入輸出技術	開課單位：	通訊工程研究所 (Graduate Institute of Communications Engineering)
課程名稱(英文)	Multiple Input Multiple Output Techniques for Wireless Communications	課程代碼	4305167_01
授課教師：	胡家彰	學分數	3
必/選修	選修	開課年級	Graduate
先修科目或先備能力：	Programming Language; Digital Communications.		
課程概述：	As its name suggests, this course is intended to provide an introduction to the field of MIMO communications, and is, therefore, by design not encyclopedic. My goal has been to provide students new to MIMO communications with an understanding of the basic concepts and methods, thereby laying a foundation for further study and providing them with the ability to understand the vast literature on this subject.		
學習目標：	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand the overview of MIMO communications.</li> <li>2. Understand the MIMO capacity formula.</li> <li>3. Understand applications of the MIMO capacity formula.</li> <li>4. Understand RF propagation.</li> <li>5. Understand MIMO channel models.</li> <li>6. Understand Alamouti coding.</li> <li>7. Understand space-time coding.</li> <li>8. Understand spatial multiplexing.</li> <li>9. Understand broadband MIMO.</li> <li>10. Understand channel estimation.</li> <li>11. Understand practical MIMO examples.</li> </ol>		
教科書：	Title: Introduction to MIMO Communications Author: Jerry R. Hampton Publisher: Cambridge University Press Online publication date: December 2013 Print publication year: 2013 Online ISBN: 9781107337527 Website: <a href="https://doi.org/10.1017/CBO9781107337527">https://doi.org/10.1017/CBO9781107337527</a>		

課程大綱		分配時數				核心能力	備註
單元主題	內容綱要	講授	示範	作業	其他		
1 Overview of MIMO communications	1.1 What is MIMO? 1.2 History of MIMO 1.3 Smart antennas vs MIMO 1.4 Single-user and multi-user MIMO 1.5 Introduction to spatial diversity 1.6 Introduction to spatial					<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	

	multiplexing 1.7 Open- and closed-loop MIMO 1.8 The practical use of MIMO 1.9 Review of matrices				
2 The MIMO capacity formula	2.1 What is information? 2.2 Entropy 2.3 Mutual information 2.4 Definition of SISO capacity 2.5 Definition of MIMO capacity 2.6 Evaluating $H(z)$ 2.7 Evaluating $H(r)$ 2.8 Final result			<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	
3 Applications of the MIMO capacity formula	3.1 MIMO capacity under the CSIR assumption 3.2 Eigen-channels and channel rank 3.3 Optimum distribution of channel eigenvalues 3.4 Eigenbeamforming 3.5 Optimal allocation of power in eigenbeamforming 3.6 Single-mode eigenbeamforming 3.7 Performance comparison 3.8 Capacities of SIMO and MISO channels 3.9 Capacity of random channels			<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	
4 RF propagation	4.1 Phenomenology of multipath channels 4.2 Power law propagation 4.3 Impulse response of a multipath channel 4.4 Intrinsic multipath channel parameters			<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	

	<p>4.5 Classes of multipath channels</p> <p>4.6 Statistics of small-scale fading</p>				
5 MIMO channel models	<p>5.1 MIMO channels in LOS geometry</p> <p>5.2 General channel model with correlation</p> <p>5.3 Kronecker channel model</p> <p>5.4 Impact of antenna correlation on MIMO capacity</p> <p>5.5 Dependence of <math>R_t</math> and <math>R_r</math> on antenna spacing and scattering angle</p> <p>5.6 Pinhole scattering</p> <p>5.7 Line-of-sight channel model</p>				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4
6 Alamouti coding	<p>6.1 Maximal ratio receive combining (MRRC)</p> <p>6.2 Challenges with achieving transmit diversity</p> <p>6.3 <math>2 \times 1</math> Alamouti coding</p> <p>6.4 <math>2 \times N_r</math> Alamouti coding</p> <p>6.5 Maximum likelihood demodulation in MRRC and Alamouti receivers</p> <p>6.6 Performance results</p>				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4
7 Space-time coding	<p>7.1 Space-time coding introduction</p> <p>7.2 Space-time code design criteria</p> <p>7.3 Orthogonal space-time block codes</p> <p>7.4 Space-time trellis codes</p>				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4
8 Spatial multiplexing	<p>8.1 Overview of spatial multiplexing</p> <p>8.2 BLAST encoding</p>				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4

	architectures 8.3 Demultiplexing methods for H-BLAST and V-BLAST 8.4 Multi-group space-time coded modulation (MGSTC)					
9 Broadband MIMO	9.1 Flat and frequency-selective fading 9.2 Strategies for coping with frequency-selective fading 9.3 Conventional OFDM 9.4 MIMO OFDM 9.5 OFDMA 9.6 Space-frequency block coding (SFBC)				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	
10 Channel estimation	10.1 Introduction 10.2 Pilot allocation strategies 10.3 Narrowband MIMO channel estimation 10.4 Broadband MIMO channel estimation				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	
11 Practical MIMO examples	11.1 WiFi 11.2 LTE				<input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	

### 教育目標

1. 傳授學生通訊工程專業領域知識，並能進一步結合理論與實務進行研究。
2. 訓練學生發掘與分析解決問題的能力。
3. 訓練學生良好的溝通技巧，並培養團隊合作的能力。
4. 培養學生瞭解國內外學術與產業之發展與需求，並理解工程倫理及社會責任。

### 核心能力

- 1.1. 學習通訊工程相關領域之理論基礎。
- 1.2. 瞭解通訊工程相關領域之實務技術。
- 1.3. 訓練專業論文寫作與簡報的能力。
- 2.1. 培養發掘與分析通訊工程特定領域專題研究之能力。
- 2.2. 培養規劃與執行通訊工程特定領域專題研究之能力。
- 3.1. 學習溝通與表達的能力。
- 3.2. 運用個人專長，與團隊成員合作達成計畫目標。

4.1. 瞭解國內外通訊工程特定領域產業現況。

4.2. 理解工程倫理及社會責任。

4.3. 培養良好的國際觀。

4.4. 培養科技英文能力。

請尊重智慧財產權，不得非法影印教師指定之教科書籍

教學要點概述：
1. 教材編選： <input type="checkbox"/> 自編教材 <input checked="" type="checkbox"/> 教科書作者提供
2. 教學方法： <input checked="" type="checkbox"/> 投影片講述 <input checked="" type="checkbox"/> 板書講述
3. 評量方法： <input checked="" type="checkbox"/> 上課點名 10.00%， <input type="checkbox"/> 小考0%， <input checked="" type="checkbox"/> 作業30.00%， <input type="checkbox"/> 程式實作0%， <input type="checkbox"/> 實習報告0%， <input type="checkbox"/> 專案0%， <input checked="" type="checkbox"/> 期中考(30.00%)， <input checked="" type="checkbox"/> 期末考30.00%， <input type="checkbox"/> 期末報告0%， <input type="checkbox"/> 其它0%，
4. 教學資源： <input checked="" type="checkbox"/> 課程網站 <input checked="" type="checkbox"/> 教材電子檔供下載 <input type="checkbox"/> 實習網站
5. 教學相關配合事項：

課程目標與教育核心能力相關性	
請勾選： <input checked="" type="checkbox"/> 1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input checked="" type="checkbox"/> 4.4	
1.1	學習通訊工程相關領域之理論基礎。()
	為何有關： Multiple input multiple output techniques for wireless communications is a branch of communications engineering.
	達成指標： Understanding the contents of this course completely.
	評量方法： Attendance, homework, mid-term exam, and final exam.
4.4	培養科技英文能力。()
	為何有關： The lecture slides, blackboard teaching, textbook, homework, mid-term exam, and final exam are all written in technical English.
	達成指標： Understand the above contents completely.
	評量方法： Homework, mid-term exam, and final exam.