

Introduction to Numerical Analysis Syllabus – 2026 Spring

中正大學一一四學年度下學期數值分析導論

Tue, Thu 08:45-10:00 @數學館 204 室

Instructor: Chi-Jen Wang 王琪仁 老師 Email: cjwang@ccu.edu.tw

Office: MATH 438 數學館 438 室。

Office Hours: Mon, Wed 9:00-10:00am，其餘時間請先預約。

TA: 陳昱丞。

Course Website: <https://ecourse2.ccu.edu.tw/>

Textbook: Numerical Analysis by Burden, Faires, and Burden, 10th Edition. Cengage Learning. ISBN-13: 978-981-4834-285 或 978-130-5253-667

「請尊重智慧財產權，不得非法影印教師指定之教科書籍」。(此項目為教育部「大專校院執行校園保護智慧財產權行動方案自評表」重要指標。)

Description 課程概述: (1) Round-Off Error, Algorithms and Convergence (2) Solution of Equations in One Variables (3) Interpolation and Polynomial Approximation (4) Numerical Differentiation and Integration (5) Approximation Theory *(optional)(6) Numerical Solutions of Nonlinear Systems

(1) 誤差與收斂分析(2)單變數函數求解：二分法、固定點、牛頓法、誤差分析、Steffensen 加速法、多項式求實數與複數根 (3)插值與多項式逼近：Lagrange 多項式、資料數據近似、均差、Hermite 插值、三次樣條插值(4)數值微分與積分：數值微分、外推法、數值積分、Romberg 積分、自適應法、高斯積分(5)近似方法：最小平方法、正交多項式。*(optional)(6)非線性系統的數值解：多變數牛頓法、最陡下降法。

Class Attendance: 除非不可抗力因素，不得臨時請假。請考試假需兩周前填妥請假單同證明文件經任課老師同意後方可補考。無故缺席/點名/答題/考試未到的者，每次扣總成績 0.5%，並且該次考試 0 分計算。

Office Hours 是給課程相關問題發問而非重教上課內容，經常性缺課的學生通常很難在該課程成功學習。

Regrades/review graded material: 小考與測驗皆於講解指定習題時發回，如有評分錯誤需在當天下課前提出，考卷一攜出教室將無法重新評分。答案將會公告在中正 ecourse 平台。

Academic Honesty: 如有作弊行為，該次考試 0 分計算，情節重大者依校規處理。

Tests: 本學期共 4 次測驗。每次測驗 75 分鐘，可攜帶無法繪圖的 scientific calculator (Pad, smart phone, smart watch 皆不可使用)。需攜帶學生證應考。

Grading Policy 成績考核:

Category	Opp0Percentage	
Tests 測驗	72%	四次 Tests
Group Project	12%	
Presentations 上台	4%	1~2 次指定習題上台答題
HW 程式作業	4%	兩次 HW Assignments
Others 平時成績	8%	出席、課堂練習
Total 總計	100%	

HW: 本學期共兩次 HW Assignment，皆為數值方法在高維度的應用。需依照課本的演算法撰寫程式，並附上所有執行程式碼視窗的截圖與所有執行結果視窗的截圖。程式碼須自行品管。

請勿相信任何同學傳來或出版社提供或轉體/網站生成的程式碼。遭受刪減或置換步驟的 algorithm 皆非課本 algorithm。

Group Project: 題目來自於師大的數值分析課程，請於第六周前完成分組與選題。

各組紙本報告與 10 分鐘錄影講解於六月 9 日繳交，分數由老師評分 10%與全班互相評分 2%，若未幫其他組評分的同學無法獲得此 2%。

Presentations: 上台講解指定習題的題目，依學號順序上台講解，每週四 08:45 開始講解，每人本學期需上台報告 1~2 次。上台報告前 7 天先將解法初稿寄給老師批改，講解時須使用電子檔上台報告(寫黑板會使全班同學虛耗等待時間)，題目講解成功，報告者獲得分數；題目講解失敗，其他人可搶答，分數累計至搶答成功者。上台講解者需另外提供一份詳解以供其他同學課後參考。課堂上回答問題也可累積平時成績 0.5%。

Learning Disability: 如有學習上的障礙，中正資源教室可提供適切之服務，協助順利完成學業。亦可申請學業協助服務如：課業加強、課業協助、考試協助、教室調整、教材輔助、學習輔具。考試協助包含了延長考試時間等。如有需要請洽資源教室：<https://specialedu.ccu.edu.tw/>

Resources: 1. Instructor/TA office hours 晤談時間。
2. <http://www.ewant.org> 搜尋關鍵字：數值分析

課程內容以課本為準。不可相信 Gemini、GPT、Wiki...等網路上出現的高等數學內容，所有網路來源皆須自行對照課本進行查證。

Tentative 2026 Spring Schedule

Week	Date	Sections	Notice
1	Feb 23-27	1.2-1.3 Round-Off Error and Computer Arithmetic, Algorithms and Convergence.	No Class on Feb 27 Feb 28 Peace day
2	Mar 2-6	2.1-2.2 Bisection Method, Fixed-Point Iteration	
3	Mar 9-13	2.3 Newton's Method	
4	Mar 16-20	2.4 Error Analysis *10.2 Newton's Method for Systems	
5	Mar 23-27	2.5 Accelerating Convergence.	Test 1 on Mar 26
6、7	Mar 30-Apr10	3.1-3.2 Interpolation and Lagrange Polynomial, Neville's Method 3.3 Divided Differences	Apr 3-6 Holiday Online Class on Apr 7,9 Hw 1 Due
8	Apr 13- 17	3.4 Hermit Interpolation	
9	Apr 20-24	3.5 Cubic Spline Interpolation	Midterm Week Online Class on Apr 21
10	Apr 27-May 1	4.1 Numerical Differentiation	Test 2 on Apr 30 May 1st Labor day
11	May 4-8	8.1 Discrete Least Squares Approximation *10.4 Steepest Descent	
12	May 11-15	4.2 Richardson's Extrapolation	
13	May 18-22	4.3 Numerical Integration	HW 2 Due
14	May 25-29	4.4 Composite Numerical Integration	Test 3 on May 26
15	Jun 1-5	4.7 Gaussian Quadrature. *4.8 Multiple Integrals	
16	Jun 8-12	4.5-4.6 Romberg Integration, Adaptive Quadrature Methods	Jun 9 Group Project Due
17	Jun 15-19	8.2 Orthogonal Polynomials and Least Squares Approximation	Jun 19 Holiday
18	Jun 22-26	Test 4 on Jun 23	Makeup Test on Jun 25 Final Week

* optional materials

如有任何修改將於 ecourse2 平台公告

CCU 2025 Fall Numerical Analysis Project I
中正大學 114 學年度上學期 數值分析 Project I

Newton's method for nonlinear system.

以牛頓法求非線性方程組的解

Problem description 問題敘述

Proof of Mathematical theorem 數學定理證明 / Exact solution 數學上的精確解 / Numerical algorithm 數值算法介紹 / Merit and demerit 優缺點

Solving process and methods 解題過程與方法

Results and conclusion 結果與結論

Discussion 問題討論(解題過程中遇到的問題,特殊想法,或衍生題目)

Numerical results 數值結果 / Codes 程式碼

Reference 參考文獻(包含網路資料)

【題目】

Use *Newton's iteration method* eq. (10.9) on p.653 with algorithm on p.653 to find at least 2 real solutions to the nonlinear systems (system assigned in class). Iterate until $\|p^{(k)} - p^{(k-1)}\|_{\infty} < 10^{-6}$.

【小叮嚀】 1. Try to use different initial approximation $p^{(0)}$. 2. An easy formula for the inverse of $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ has been obtained in Linear Algebra.

You can discuss these questions in your report.

Why Newton's iteration converges in your system, why there are only two real solutions for your system (other real/complex solutions?), are you able to solve the system by hand, and how to graph these two curves on 2D plane to obtain the solutions geometrically,...e.t.c.

【回想一下高中科展的報告格式，一份科學報告需要分析那些內容。】

Project must include the following sections 本報告需包含下列章節：

1. Cover Sheet 封面 <附件 CCU 2025 Fall Numerical Analysis Project 1.docx>
2. Problem description 問題敘述
3. Proof of Mathematical theorem 數學定理證明 / Exact solution 數學上的精確解 / Numerical algorithm 數值算法介紹 / Merit and demerit 優缺點
4. Solving process and methods 解題過程與方法
5. Results and conclusion 結果與結論
6. Discussion 問題討論(解題過程中遇到的問題,特殊想法,或衍生題目)
7. Numerical results 數值結果 / Codes 程式碼
8. Reference 參考文獻(包含網路資料)

- 報告範例：

<http://www.smartdo.co/Paper/STU200706-003.pdf>

- Project 常見問題：沒有用數值解法(通常是用該章節所介紹的數值方法)、題目有數學上的精確解但是報告沒解出來、解題步驟沒詳細解說、解說看圖形但沒附圖、沒有列出程式執行的結果、沒有程式碼、每次疊代結果未完整列出、結論討論過於簡單、結論沒有回答題目所問的 Questions、缺少將來延伸問題的做法討論。

CCU 2025 Fall Numerical Analysis Project II
中正大學 114 學年度上學期 數值分析 Project II

Steepest Descent method for finding local minima.

以最陡下降法尋找局部極小值

Problem description 問題敘述

Proof of Mathematical theorem 數學定理證明 / Exact solution 數學上的精確解 / Numerical algorithm 數值算法介紹 / Merit and demerit 優缺點

Solving process and methods 解題過程與方法

Results and conclusion 結果與結論

Discussion 問題討論(解題過程中遇到的問題,特殊想法,或衍生題目)

Numerical results 數值結果 / Codes 程式碼

Reference 參考文獻(包含網路資料)

【題目】

Use Steepest Descent method p.666~p.667 with algorithm on p.670 to find at least 2 real local minimum to the nonlinear function (function assigned in class) with Tolerance 10^{-5} .

【小叮嚀】 Try to use different initial approximation $p^{(0)}$.

You can discuss these questions in your report.

How to obtain global minimum? How many local minimums for your system (other real/complex solutions?), are you able to solve the system by hand, and how to graph these two curves on 2D plane to obtain the solutions geometrically,...e.t.c.

【回想一下高中科展的報告格式，一份科學報告需要分析那些內容。】

Project must include the following sections 本報告需包含下列章節：

1. Cover Sheet 封面 <附件 CCU 2025 Fall Numerical Analysis Project 2.docx>
2. Problem description 問題敘述
3. Proof of Mathematical theorem 數學定理證明 / Exact solution 數學上的精確解 / Numerical algorithm 數值算法介紹 / Merit and demerit 優缺點
4. Solving process and methods 解題過程與方法
5. Results and conclusion 結果與結論
6. Discussion 問題討論(解題過程中遇到的問題,特殊想法,或衍生題目)
7. Numerical results 數值結果 / Codes 程式碼
8. Reference 參考文獻(包含網路資料)

● 報告範例：

<http://www.smartdo.co/Paper/STU200706-003.pdf>

- Project 常見問題：局部極小值錯寫成最小值、沒寫出正確的問題、沒有用最陡下降法、題目有數學上的精確解但是報告沒解出來、解題步驟沒詳細解說、沒有正確解釋 α 值如何取值，是否真的能取到 α 值、說看圖形但沒附圖、圖表沒解釋(圖表沒指出曲面,x,y,z 軸分別為何、原點、單位長)、沒有列出程式執行的結果、沒有程式碼、抄網路上的程式碼卻不修改亦無法解釋為何這樣寫、每次疊代結果未列出(可列出最前與最後 20 步中間省略)、結論討論過於簡單、結論沒有回答題目所問的 Questions(題目問局部極小值或解，結論卻回答點(x,y)是多少)、缺少將來延伸問題的做法討論、沒列出參考來源、最陡下降法錯寫成最速下降法、疊代寫錯字。

- 分組名單與題目，不清楚的請在課堂上詢問老師。

System 1

$$35*(x^3) - 16*x + 9*(y^2) + 4*y == 8,$$

$$3*x*(y^2) + 3*x - 7*y + 8*(x^3) == 5$$

System 2

$$e^{(2*x + 1/3)} + 3*y == 1,$$

$$30*(x^2) - 3*\sin(y) == 10$$

System 3

$$4*(x^2)*(1 - x) + 5*y*(1 - y) == 1,$$

$$(x^2)*(1 + x) + 2*(y^2) == 1$$

System 4

$$5*(x^2) - y^2 == 0,$$

$$4*y - (\sin(x) + \cos(y)) == 0$$

System 5

$$3*(x^3) - \sin(x*y) == 0.5,$$

$$4*(x^2) - 625*(y^2) == -1$$

System 6

$$7*(x^2) + 4*x + y == 8,$$

$$4*x - 2*y + \sin(3*x*y) - 4*(y^4) == 3$$

System 7

$$25*x + 17*(y^3) - 9*x*y == 15,$$

$$4*(x^3) + 15*(y^2) + \ln(1 + 10*x*y) == 6$$

System 8

$$15*x*(y^2) + 2*y - 3*x*y + (1 + y*x)^{0.5} == 2,$$

$$8*(y^2) + 4*(x^2)*(y^3) + 7*x + 6*y == 3$$

- 分組名單與題目，不清楚的請在課堂上詢問老師。

Function 1

$$g(x,y) = \cos(x*y) + \sin(x) + \cos(y) \text{ on Domain } [-4,4] \times [-4,4]$$

Function 2

$$g(x,y) = 10 * x * y * \exp(-x^2 - y^2) \text{ on Domain } [-4,4] \times [-4,4]$$

Function 3.

$$g(x,y) = 10 * (x/5 - x^3 - y^2) * \exp(-x^2 - y^2)$$

$$\text{on Domain } [-4,4] \times [-4,4]$$

Function 4

$$g(x,y) = \cos(x) * \sin(y) * \exp(-(x^2 + y^2)^{1/2})$$

$$\text{on Domain } [-4,4] \times [-4,4]$$

- 分組名單與題目，不清楚的請在課堂上詢問老師。

System5

$$15 * x + y^2 - 4 * z = 13$$

$$x^2 + 10 * y - z = 11$$

$$y^3 - 25 * z = -22$$

System6

$$x^3 + x^2 * y - x * z + 6 = 0$$

$$\exp(x) + \exp(y) - z = 0$$

$$y^2 - 2 * x * z = 4$$

System7

$$x + \cos(x * y * z) - 1 = 0$$

$$(1 - x)^{1/4} + y + 0.05 * z^2 - 0.15 * z - 1 = 0$$

$$-x^2 - 0.1 * y^2 + 0.01 * y + z - 1 = 0$$

System 8

$$10 * x - 2 * y^2 + y - 2 * z = 5$$

$$8 * y^2 + 4 * z^2 - 9 = 0$$

$$8 * y * z = -4$$

CCU 2019 Fall Numerical Analysis Project III
中正大學 108 學年度上學期 數值分析 Project III

Simpson's and Gaussian Multiple Integral methods.

以辛普森法與高斯法計算多重積分

Member Name 組員姓名	Work Description 任務分工、合作說明	Work % 工作百分比

Recommendation 教師建議	Score 分數

Problem description 問題敘述

Exact value 數學上的精確值 (本次題目皆有數學的精確值，請用微積分求出精確值)

Proof of Mathematical theorem 數學定理證明 / Numerical algorithm 數值算法介紹 / Merit and demerit 優缺點

Solving process and methods 解題過程與方法

Results and conclusion 結果與結論

Discussion 問題討論(解題過程中遇到的問題,特殊想法,或衍生題目)

Numerical results 數值結果 / Codes 程式碼

Reference 參考文獻(包含網路資料)

【題目】

Use Simpson's method for nonrectangular region on p.242 with Simpson's Double Integral algorithm on p.243 and Gaussian quadrature for nonrectangular region on p.244 with Gaussian Double Integral algorithm on

p.244 to approximate the double integral (integral assigned in class). Refine the step size until $|\text{actual error}| \leq 10^{-8}$.

【小叮嚀】 Make m,n large enough.

● 分組名單與題目，不清楚的請在課堂上詢問老師。

Integral 1

$$\int_1^{\pi/4} \int_{\sin(x)}^{\cos(x)} (2y \sin(x) + \cos^2(x)) dy dx$$

Integral 2

$$\int_0^1 \int_0^{x^2} 3x^3 e^{xy} dy dx$$

Integral 3

$$\int_1^e \int_1^x \ln(xy) dy dx$$

Integral 4

$$\int_0^\pi \int_0^x x \sin(y) dy dx$$

Integral 5

$$\int_0^{\pi/4} \int_0^{\sin(x)} \frac{1}{\sqrt{1-y^2}} dy dx$$

Integral 6

$$\int_0^1 \int_0^x x^2 e^{xy} dy dx$$

Integral 7 (Hint: reverse integration order to obtain the exact value)

$$\int_0^2 \int_x^2 2y^2 \sin(xy) dy dx$$

Integral 8 (Hint: reverse integration order to obtain the exact value)

$$\int_0^3 \int_{\sqrt{x/3}}^1 e^{y^3} dy dx$$

Due: 2019/12/31 已近學期末，此 project 僅有兩次補繳時間
2019/1/7&14。

第一次補繳時間: 2019/1/7。最後一次補繳時間: 2019/1/14。

【回想一下高中科展的報告的格式，一份科學報告需要分析那些內容。】

Project must include the following sections 本報告需包含下列章節：

1. Cover Sheet 封面 <附件 CCU 2019 Fall Numerical Analysis Project 3.docx>
2. Problem description 問題敘述
3. Exact value 數學上的精確值 (本次題目皆有數學的精確值，請用微積分
求出 exact value)
4. Proof of Mathematical theorem 數學定理證明 / Numerical algorithm 數值
算法介紹 / Merit and demerit 優缺點
5. Solving process and methods 解題過程與方法
6. Results and conclusion 結果與結論
7. Discussion 問題討論(解題過程中遇到的問題,特殊想法,或衍生題目)
8. Numerical results 數值結果 / Codes 程式碼
9. Reference 參考文獻(包含網路資料)
 - 報告範例：
<http://www.smartdo.co/Paper/STU200706-003.pdf>
<http://www.doczj.com/doc/19b367ddce2f0066f53322b3.html>
http://math.sjtu.edu.cn/faculty/xuzl/iam/project3_HanLi.pdf

- Project 常見問題：高斯法的結果未達成誤差小於 10^{-8} 、沒寫出正確的問題、將近似值誤認為是精確值、缺少解題過程、解題步驟沒詳細解說、解說看圖形但沒附圖、圖表沒解釋、沒有列出程式執行的結果、沒有程式碼卻有數值結果、每次疊代結果未列出(可列出最前與最後 20 步中間省略)、複製網路上的程式碼卻不修改亦無法解釋為何這樣寫、高斯法沒解釋如何轉換積分範圍、結論討論過於簡單、結論沒有回答題目所問的 Questions、缺少將來延伸問題的做法討論、沒列出參考來源、參考資料僅列出課本但是內容卻是複製網路資料。