**มคอ. 3**

**รายละเอียดของกระบวนวิชา (กระบวนวิชาเปิดใหม่)**

|  |
| --- |
| **1. ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CHIANG MAI UNIVERSITY)** |
| **2. คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์** **Faculty of Science Department of Mathematics** |
| **3. รหัสกระบวนวิชา** ว.คณ. 712 (206712) **ชื่อกระบวนวิชา** คณิตศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง (Mathematics for Machine Learning) |
| **4. หน่วยกิต** 3(3-0-6) |

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

|  |
| --- |
| **1. หลักสูตรและประเภทของกระบวนวิชา****1.1 กระบวนวิชานี้ใช้สำหรับ** หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์   หลายหลักสูตร **1.2 ประเภทของกระบวนวิชา**    วิชาบังคับ  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาเลือก  ในสาขาวิชา  นอกสาขา   วิชาตามเงื่อนไขของสาขาวิชา   วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ |
| **2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบกระบวนวิชาและอาจารย์ผู้สอน** **2.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบ**ศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ สวนใต้**2.2 อาจารย์ผู้สอน (ทุกคน)** ศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ สวนใต้ |
| **3. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน** ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 2 |
| **4. สถานที่เรียน**   ในสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  นอกสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ระบุ) ............................................. |
| **5. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์จะให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล** ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ |

**หมวดที่ 2 ลักษณะและการดำเนินการ**

**ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์**

**ว.คณ. 712 (206712) คณิตศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง 3(3-0-6)**

**ลักษณะกระบวนวิชา**   **บรรยาย**   **ปฏิบัติการ**

  **ฝึกปฏิบัติ**  **วิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ**

**การวัดและประเมินผล**  **A-F**  **S/U**  **P**

**กรณีของกระบวนวิชา Selected Topic**  **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาทุกครั้ง**

 **นับจำนวนหน่วยกิตสะสมเพื่อการสำเร็จการศึกษาเพียงครั้งเดียว**

**เงื่อนไขที่ต้องผ่านก่อน :** ตามความเห็นชอบของผู้สอน

**คำอธิบายลักษณะกระบวนวิชา**

เรขาวิเคราะห์ แคลคูลัสเวกเตอร์ ความน่าจะเป็นและการแจกแจง การหาค่าเหมาะที่สุดต่อเนื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง การถดถอยเชิงเส้น การลดขนาดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การจำแนกประเภทด้วยเครื่องเวกเตอร์สนับสนุน

**ผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (Course Learning Outcomes: CLOs) :** นักศึกษาสามารถ

**CLO 1 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับเรขาวิเคราะห์

**CLO 2 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับแคลคูลัสเวกเตอร์

**CLO 3 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นและการแจกแจง

**CLO 4 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการหาค่าเหมาะที่สุดต่อเนื่อง

**CLO 5 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง

**CLO 6 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการถดถอยเชิงเส้น

**CLO 7 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการลดขนาดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

**CLO 8 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการจำแนกประเภทด้วยเครื่องเวกเตอร์สนับสนุน

**ความสอดคล้องของ PLOs และผลลัพธ์การเรียนรู้ของกระบวนวิชา (CLOs)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **PLOs / CLOs** | **CLO 1** | **CLO 2** | **CLO 3** | **CLO 4** | **CLO 5** | **CLO 6** | **CLO 7** | **CLO 8** |
| **PLO 1** | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **PLO 2** | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **PLO 3** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **PLO 4** | X | X |  |  |  |  |  |  |
| **PLO 5** |  |  |  |  |  |  |  |  |

**เนื้อหากระบวนวิชา จำนวนชั่วโมงบรรยาย**

1. เรขาวิเคราะห์ 3

 1.1 นอร์ม

 1.2 ปริภูมิผลคูณภายใน

 1.3 ความยาวและระยะทาง

 1.4 มุมและความตั้งฉาก

 1.5 ฐานเชิงตั้งฉากปรกติ
 1.6 ส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉาก
 1.7 การฉาพภาพเชิงตั้งฉาก
 1.8 การหมุน

2. แคลคูลัสเวกเตอร์ 5

 2.1 อนุพันธ์ของฟังก์ชันตัวแปรเดียว

 2.2 การหาอนุพันธ์ย่อยและเกรเดียน

 2.3 เกรเดียนของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์
 2.4 เกรเดียนของเมทริกซ์
 2.5 เอกลักษณ์ที่มีประโยชน์สำหรับการคำนวณเกรเดียน
 2.6 การถ่ายทอดถอยหลัง และ การหาอนุพันธ์แบบอัตโนมัติ
 2.7 อนุพันธ์อันดับสูง
 2.8 การทำให้เป็นเส้นตรงและอนุกรมเทเลอร์หลายตัวแปร

3. ความน่าจะเป็นและการแจกแจง 6
 3.1 การสร้างปริภูมิความน่าจะเป็น
 3.2 ความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่องและต่อเนื่อง
 3.3 กฎการบวก กฎการคูณ และ ทฤษฎีบทของเบย์
 3.4 สถิติแบบสรุปและความเป็นอิสระ
 3.5 การแจกแจงเกาส์เซียน
 3.6 คอนจูเกซีและวงศ์เอ็กซ์โปเนนเชียล
 3.7 การเปลี่ยนตัวแปรและการแปลงผกผัน

 4. การหาค่าเหมาะที่สุดแบบต่อเนื่อง 5
 4.1 การหาค่าเหมาะที่สุดโดยการใช้การเคลื่อนลงมาของเกรเดียน

 4.2 การหาค่าเหมาะที่สุดแบบบังคับและตัวคูณลากรองจ์

 4.3 การหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคอนเวกซ์
5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง 6
 5.1 ข้อมูล แบบจำลอง และ การเรียนรู้
 5.2 การหาค่าต่ำสุดความเสี่ยงเชิงประจักษ์
 5.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์
 5.4 แบบจำลองความน่าจะเป็นและการอนุมาน
 5.5 แบบจำลองเชิงกราฟระบุทิศทาง
 5.6 การคัดเลือกแบบจำลอง
6. การถดถอยเชิงเส้น 6
 6.1 การกำหนดปัญหา
 6.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์
 6.3 การถดถอยเชิงเส้นแบบเบเซียน
 6.4 ความควรจะเป็นสูงสุด
 7. การลดมิติด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก 7
 7.1 การจัดตั้งปัญหา
 7.2 ทัศนมิติของความแปรปรวนสูงสุด
 7.3 ทัศนมิติการฉาย
 7.4 การคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะและการประมาณลำดับทีต่ำ
 7.5 พีซีเอในมิติสูง
 7.6 ขั้นสำคัญของพีซีเอในทางปฏิบัติ
 7.7 ทัศนมิติตัวแปรแฝง
8. การจำแนกด้วยเครื่องเวกเตอร์สนับสนุน 7
 8.1 ระนาบเกินแบ่งแยก
 8.2 เครื่องเวกเตอร์สนับสนุนที่เป็นพื้นฐาน
 8.3 เครื่องเวกเตอร์สนับสนุนคู่กัน
 8.4 เคอร์เนล

 **รวม 45**

 การเปิดกระบวนวิชาดังกล่าวข้างต้น ได้ผ่านความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะวิทยาศาสตร์ ในคราวประชุมครั้งที่ .….………… เมื่อวันที่ ………………………. กำหนดเปิดสอนตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 เป็นต้นไป

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควรรณ พวงสมบัติ)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

 วันที่ ………………………….**Department of Mathematics Faculty of Science**

**MATH 712 (206712) Mathematics for Machine Learning 3(3-0-6)**

**Abbreviation Math for Machine Learning**

**Course Type**   **Lecture**   **Lab**

  **Practicum**  **Thesis/Dissertation/I.S.**

**Measurement and Evaluation**  **A-F**   **S/U**  **P**

**Selected Topic (if any)**  **Count the accumulated credits for graduation every times**

 **Count the accumulated credits for graduation one-time only**

**Prerequisite :** Consent of the instructor

**Course Description**

 Analytics geometry, vector calculus, probability and distributuions, continuous optimization, mathematical model for machine learning, linear regression, dimensionality reduction with principal component analysis, classification with support vector machines

**Course Learning Outcomes (CLOs) :** Students will be able to

**CLO 1 :** solve problems and prove results related to analytics geometry;

**CLO 2 :** solve problems and prove results related to vector calculus;

**CLO 3 :** solve problems and prove results related to probability and distributuions;

**CLO 4 :** solve problems and prove results related to continuous optimization;

**CLO 5 :** solve problems and prove results related to mathematical model for machine learning;

**CLO 6 :** solve problems and prove results related to linear regression;

**CLO 7 :** solve problems and prove results related to dimensionality reduction with principal component analysis;

**CLO 8 :** solve problems and prove results related to classification with support vector machines.

**Course Contents No. of Lecture Hours**

1. Analytic geometry 3

 1.1 Norms

 1.2 Inner products

 1.3 Lengths and distances

 1.4 Angles and orthogonality

 1.5 Orthonormal basis
 1.6 Orthogonal complement
 1.7 Orthogonal projections
 1.8 Rotations

2. Vector calculus 5

 2.1 Differentiation of univariate functions

2.2 Partial differentiation and gradients

2.3 Gradients of vector-valued functions

2.4 Gradients of matrices

2.5 Useful Identities for computing gradients

2.6 Backpropagation and automatic differentiation

 2.7 Higher-order derivatives
 2.8 Linearization and multivariate Taylor series
3. Probability and distributions 6

 3.1 Construction of a probability space

3.2 Discrete and continuous probabilities

3.3 Sum rule, product rule, and Bayes’ theorem

3.4 Summary statistics and independence

3.5 Gaussian distribution

3.6 Conjugacy and the exponential Family

3.7 Change of variables and inverse transform

4. Continuous optimization 5

 4.1 Optimization using gradient descent

4.2 Constrained optimization and Lagrange multipliers

4.3 Convex optimization

5. Mathematical models for machine learning 6

 5.1 Data, models, and learning

5.2 Empirical risk minimization

5.3 Parameter estimation

5.4 Probabilistic modeling and inference

5.5 Directed graphical models
 5.6 Model selection

6. Linear regression 6

6.1 Problem formulation

6.2 Parameter estimation

6.3 Bayesian linear regression

6.4 Maximum likelihood as orthogonal projection

7. Dimensionality reduction with principal component analysis 7

7.1 Problem setting

7.2 Maximum variance perspective

7.3 Projection perspective

7.4 Eigenvector computation and low-rank approximations

7.5 PCA in high dimensions

7.6 Key Steps of PCA in practice

7.7 Latent variable perspective

8. Classification with support vector machines 7

8.1 Separating hyperplanes

8.2 Primal support vector machine

8.3 Dual support vector machine

8.4 Kernels

 **Total 45**

**หมวดที่ 3 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CLOs** | **วิธีการจัดการเรียนรู้** | **วิธีการประเมินผลการเรียนรู้** |
| **CLO 1 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับเรขาวิเคราะห์  | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 2 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับแคลคูลัสเวกเตอร์ | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 3 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นและการแจกแจง | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 4 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการหาค่าเหมาะที่สุดต่อเนื่อง | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 5 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน  | การบ้าน สอบข้อเขียน  |
| **CLO 6 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการถดถอยเชิงเส้น | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 7 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการลดขนาดด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |
| **CLO 8 :** แก้ปัญหาและพิสูจน์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการจำแนกประเภทด้วยเครื่องเวกเตอร์ สนับสนุน | บรรยาย ยกตัวอย่างในชั้นเรียน | การบ้าน สอบข้อเขียน |