**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 511 | Doğrusal Cebir Algoritmaları | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | Dersin amacı veri bilimi ya da makine öğrenmesi ile ilgili problemlere doğrusal cebir teknikleri ve algoritmaları kullanarak yaklaşma ve çözüme kavuşturma becerisi kazandırmaktır. |
| İçerik | Vektörler, matrisler, matris çarpımları, öz değerler, matris ayrışımları, olasılık, esperans, varyans, makine öğrenmesine uygulamalar(Principal Component Analysis, Google PageRank Algorithm) |
| Kaynaklar | MATHEMATICS FOR MACHINE LEARNING; Marc Peter Deisenroth, A. Aldo Faisal, Cheng Soon Ong; Cambridge University Press.2020 |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Vektörler, Denklem Sistemleri, Matrisler yardımıyla denklem çözümleri |
| 2 | Öklid algoritması, lineer bağımsızlık, alt uzay, baz, boyut, doğrusal dönüşümler |
| 3 | Analitik Geometri, norm, iç çarpım |
| 4 | Uzaklık, Açı, Ortonormallik |
| 5 | Ortogonal izdüşüm, Rotasyonlar |
| 6 | Vize |
| 7 | Matris ayrışımları: Determinant, Trace, Öz değer ve özdeğer vektörü |
| 8 | Matris ayrışımları 1: Özdeğer ayrışımı |
| 9 | Matris ayrışımları 2: Tekil değer ayrışımı, Matris yaklaşımları |
| 10 | Uygulama: Principal Component Analysis |
| 11 | Uygulama: Principal Component Analysis'ın Python ile uygulanması |

**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 512 | Olasılık | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | Bu dersin amacı, olasılık teorisinin temel kavramlarını ve veri bilimi ile uygulamalı matematikte kullanılan temel istatistiksel yöntemleri tanıtmaktır. Öğrencilerin belirsizlik kavramını modelleyebilmesi, rastgele olayları analiz edebilmesi ve olasılıksal modelleri yorumlayabilmesi hedeflenmektedir. Ders ayrıca istatistik, makine öğrenmesi ve stokastik modelleme için gerekli teorik altyapıyı sağlamayı amaçlamaktadır. |

| | |
|---|---|
| İçerik | Bu ders kapsamında olasılığın temel kavramları, koşullu olasılık ve bağımsızlık konuları ele alınacaktır. Rastgele değişkenler ve olasılık dağılımları hem ayrık hem de sürekli modeller üzerinden incelenecektir. Bernoulli, Binom ve Poisson dağılımları gibi ayrık dağılımlar ile Uniform, Normal ve Üstel dağılımlar gibi sürekli dağılımlar işlenecektir. Ayrıca ortak dağılımlar ve ilgili kavramlar ele alınacaktır. Ders kapsamında beklenen değer, varyans ve kovaryans kavramları tanıtılacak; Merkezi Limit Teoremi gibi temel teorik sonuçlar incelenecektir. |
| Kaynaklar | Sheldon Ross, An initiation to Probability<br>Sheldon Ross, Introduction to Probability Models |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Olasılığa Giriş ve Örnek Uzaylar |
| 2 | Koşullu Olasılık ve Bağımsızlık |
| 3 | Rastgele Değişkenler |
| 4 | Ayrık Olasılık Dağılımları: Bernoulli ve Binom |
| 5 | Poisson Dağılımı ve Uygulamaları |
| 6 | Sürekli Olasılık Dağılımları: Uniform Dağılım |
| 7 | Normal ve Üstel Dağılımlar |
| 8 | Ara sinav |
| 9 | Ortak Dağılımlar ve Marjinal Dağılımlar |
| 10 | Beklenen Değer, Varyans ve Kovaryans |
| 11 | Merkezi Limit Teoremi ve Uygulamaları |

**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 521 | Optimizasyon | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | Bu dersteki amacımız öncelikle kısıtlar altında, veya kısıt verilmemiş (kısıtsız) optimizasyon problemlerinin matematik inşası ve çözüm yöntemlerini öğrenmektir. İkinci olarak, Veri Biliminde karşılaşılan optimizasyon problemlerini uygulama olarak ele almaktır. |

| | |
|---|---|
| İçerik | Matematiksel Tanım ve Kavramlarla Giriş<br>Dışbükeylik (convexity)<br>Türev<br>Taylor polinomları<br><br>Kısıtsız Optimizasyon<br>Lokal vs global problem<br>Birincil ve ikincil koşullar<br>Algoritmalar, iki temel strateji: Doğru arama (line search)ve güven bölgesi (trust region)<br>Küçük kareler Problemleri-Regresyon Uygulama<br><br>Kısıtlar Altında Optimizasyon<br>Olurlu bölge<br>Eşitlikli kısıt-Eşitliksizli kısıt ve Lagrange metodu<br>Geometrik Bakış<br><br>Doğrusal programlama-Kuadratik Programlama<br>Simpleks metodu, dual problem<br>İç noktalar metodu<br><br>Uygulama: Yapay Öğrenme Problemleri<br>Kümeleme-İkili sınıflandırma-Ses işleme-Tavsiye Sistemleri-Lojistik bağlanım-Derin öğrenme-Yapay sinir ağları..vb. |
| Kaynaklar | Numerical Optimization, J. Nocedal& S. J. Wright, Springer, 1999. ve 2. basım: 2006.<br>Introduction to Global Optimization, R. Horst , P. M.Pardolas&N. V. Thoai, Kluwer Academic Publishers, 1995.<br><br>The Princeton Companion to Applied Mathematics, Edited by Nicholas J. Higham, Princeton University Press, 2015<br><br>https://nhigham.com/2016/03/29/the-top-10-algorithms-in-applied-mathematics/<br><br>Linear Programming and Network Flows, Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali. John Wiley, 2004. Third edition<br><br>A gentle introduction to optimization / B. Guenin , J. Könemann , L. Tunçel Cambridge University Press<br><br>http://www.veridefteri.com/: en güncel kaynaklar, ders notları, haber, bilimsel programlama |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Ders izlencesi ve Optimizasyon ve Veri Bilimi ilişkisi tanıtımı |
| 2 | Matematiksel Tanım ve Kavramlarla Giriş, Dışbükeylik (convexity). Türev. Taylor polinomları |
| 3 | Kısıtsız Optimizasyon. Lokal vs global problem. Birincil ve ikincil koşullar. Problem Uygulaması. |
| 4 | Sayısal Yöntemler ve Algoritmalar. Küçük kareler Problemleri-Regresyon Uygulama. |
| 5 | Kısıtlar Altında Optimizasyon Olurlu bölge Eşitlikli kısıt-Eşitliksizli kısıt ve Lagrange metodu |
| 6 | Geometrik Bakış ve Uygulamalar |
| 7 | Ara sınav |
| 8 | Doğrusal programlama. Simpleks metodu, dual problem |
| 9 | Kuadratik Programlama. Problemler |
| 10 | Uygulama: Yapay Öğrenme Problemleri Kümeleme-İkili sınıflandırma-Ses işleme-Tavsiye Sistemleri-Lojistik bağlanım-Derin öğrenme-Yapay sinir ağları..vb. |
| 11 | Uygulama: Yapay Öğrenme Problemleri Kümeleme-İkili sınıflandırma-Ses işleme-Tavsiye Sistemleri-Lojistik bağlanım-Derin öğrenme-Yapay sinir ağları..vb. |

**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 513 | Python | 1 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | Bu ders Python programlama dilini kullanarak programlama deneyimi sınırlı yada hiç olmayan öğrencileri programlama araç ve yöntemleri ile tanıştırmayı, ve Python dilinin temel sintaktik/ semantik yapısını öğretmeyi amaçlamaktadır. Ek olarak algoritmaların incelenmesini ve tasarımını öğretmeyi, ve literatürde kabul görmüş veri işleme ve görselleştirme paketlerini tanıtmayı amaçlamaktadır. |
| İçerik | Python veri tipleri. Python programlama dilinin sintaktik ve semantik yapısı. Veri ve kod akışı yönetimi. Kod analizi ve tasarımı. Nesneye yönelik programlama. Veri işleme ve görselleştirme paketleri |
| Kaynaklar | Python - How to Program - Deitel<br>Algorithms, R. Sedgewick and K. Wayne<br>Data Structures and Algorithms Using Python - Rance D. Necaise |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Python veri tipleri I : tamsayı, gerçek sayı, karmaşık sayı, karakter dizisi |
| 2 | Python veri tipleri II : tuple, liste, küme, sözlük |
| 3 | Temel programlama I : kod bloğu, kod akışı, koşullu ifadeler, döngüler |
| 4 | Temel programlama II : iç içe döngüler, |
| 5 | Fonksiyonlar ve özyineleme |
| 6 | Python modülü kullanma ve yazma |
| 7 | Nesne tabanlı programlama I : kuramsal temeller ve örnekler |
| 8 | Nesne tabanlı programlama II : sınıflar ve hiyerarşi |
| 9 | Nesne tabalı programlama III : kullanıcı arayüzü tasarlama |
| 10 | Python ile veri işleme ve görselleştirme I : pandas, numpy ve matplotlib |
| 11 | Python ile veri işleme ve görselleştirme II : pandas, numpy ve matplotlib |

**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 536 | Veri Bilimi Uygulamaları | 3 | 0 | 4 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | Dersin amacı, makine öğrenmesi modellerinin geliştirilmesinden üretim ortamına alınmasına kadar uzanan yaşam döngüsünü mühendislik disipliniyle yönetebilmeyi öğretmek ve büyük dil modellerine dayalı sistemlerin kurulumunu tanıtmaktır. |

| | |
|---|---|
| İçerik | Ders, veri bilimi ve makine öğrenmesi modellerini üretim ortamına taşımak için gereken mühendislik uygulamalarını işler: sürüm kontrolü, kod ve veri testleri, özellik mühendisliği ve seçimi, MLOps prensipleri ve deney yönetimi, sürekli entegrasyon ile pipeline otomasyonu, API ve konteynerlerle model dağıtımı, üretimde model izleme ve sürekli teslimat. Dersin son bölümü büyük dil modellerine ayrılmıştır: temeller, prompt mühendisliği, ileri teknikler ve LLM tabanlı sistem mimarileri (LLMOps ve agent'lar). |
| Kaynaklar | Ders sayfası: https://gitlab.com/onayg/vm536<br>Foundations of Data Science: Avrim Blum, John Hopcroft, and Ravindran Kannan |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Git Araçları ve Sürüm Kontrolü |
| 2 | Kod ve Veri için Test Stratejileri |
| 3 | Özellik Mühendisliği ve Seçimi |
| 4 | MLOps Prensipleri ve Deney Yönetimi |
| 5 | Sürekli Entegrasyon (CI) ile Pipeline Otomasyonu |
| 6 | Model Dağıtım Stratejileri: API ve Konteynerler |
| 7 | Ara sınav |
| 8 | Üretim Ortamında Model İzleme ve Sürekli Teslimat (CD) |
| 9 | Büyük Dil Modelleri (LLM) Temelleri ve Prompt Mühendisliği |
| 10 | LLM'ler için Gelişmiş Teknikler |
| 11 | LLM Tabanlı Sistem Mimarileri: LLMOps ve Agents |

**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 524 | Çizgeler Kuramı | 3 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | -Bu dersin amacı, grafik teorisinin temel kavramlarını ve modern ağ analiz yöntemlerini tanıtmak; öğrencilerin gerçek yaşamdan elde edilen karmaşık ağ verilerini analiz edebilmesini sağlamaktır. Ders kapsamında sosyal ağlar, bilgi ağları ve coğrafi ağlar gibi örnekler üzerinden ağ yapılarının modellenmesi, görselleştirilmesi ve yorumlanması ele alınacaktır. Ayrıca öğrenciler, ağ verileri üzerinde temel makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olan Graph Neural Networks (GNNs) hakkında giriş seviyesinde bilgi edinecektir. |
| İçerik | -Bu ders kapsamında çizge teorisinin temel kavramları ve temel grafik algoritmaları ele alınacaktır. Öğrenciler, Python tabanlı ağ analizi kütüphanelerinden biri olan NetworkX kullanarak çizgeler üzerinde uygulamalar yapacaktır. Ağların görselleştirilmesi için Gephi aracı tanıtılacak ve farklı veri kümeleri üzerinde görselleştirme çalışmaları gerçekleştirilecektir. Ders boyunca Wikipedia ağları ve OpenStreetMap ağları gibi karmaşık ağ örnekleri incelenecektir. Ayrıca merkeziyet ölçüleri, link prediction yöntemleri ve community detection yaklaşımları işlenecek; son bölümde ise Graph Neural Networks (GNNs) konusuna giriş yapılarak grafik tabanlı makine öğrenmesi yöntemleri tanıtılacaktır. |
| Kaynaklar | |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Çizge Teorisine Giriş ve Temel Kavramlar |

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 2 | Çlzge Gösterimleri ve Temel Grafik Algoritmaları |
| 3 | Ağ Analizine Giriş ve Gerçek Yaşam Ağları |
| 4 | Python ile Ağ Analizi: NetworkX Temelleri |
| 5 | Ağların Görselleştirilmesi: Gephi Kullanımı |
| 6 | Karmaşık Ağlar: Wikipedia ve OpenStreetMap Örnekleri |
| 7 | Merkeziyet Ölçüleri ve Ağlarda Önem Analizi |
| 8 | Ara sınav |
| 9 | Link Prediction Yöntemleri |
| 10 | Community Detection ve Ağ Toplulukları |
| 11 | Graph Neural Networks (GNNs)'e Giriş |

**İçerik**

| Ders Kodu | Dersin Adı | Yarıyıl | Teori | Uygulama | Lab | Kredisi | AKTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VM 531 | Veri Önizleme ve Kümeleme | 3 | 4 | 0 | 0 | 3 | 8 |

| | |
|---|---|
| Ön Koşul | |
| Derse Kabul Koşulları | |

| | |
|---|---|
| Dersin Dili | İngilizce |
| Türü | Zorunlu |
| Dersin Düzeyi | Yüksek Lisans |
| Dersin Amacı | Bu ders, öğrencilere veri ön işleme ve kümeleme sürecini tanıtmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda veri hazırlama ve ön işleme, çeşitli veri madenciliği algoritmaları ve bunların sonuçlarını değerlendirmek için kullanılan araçlar ele alınır. Ders; veri ön işleme ve gözetimsiz sınıflandırma (kümeleme) konularında standart yaklaşımlara odaklanır. Madencilik algoritmalarını ve kalite değerlendirme araçlarını anlayabilmek için temel istatistik bilgisi gereklidir. |
| İçerik | Giriş, genel bakış<br>Veri ön işleme 1 (Temizlik, kayıp veri, gürültülü veri işleme vb)<br>Veri ön işleme 2 (Boyut indirgeme, modelleme ile veri ön işleme vb)<br>Kod uygulaması 1<br>Kümeleme 1 ( genel tanımlar, uzaklık tanımları, kümeleme algoritma kategorileri)<br>Kümeleme 2 (parçalama ve hiyerarşik algoritmalar)<br>Kümeleme 3 (yoğunluk temelli algoritmalar ve kümeleme performans ölçümü)<br>Kod uygulaması 2 |
| Kaynaklar | • Data Mining - Practical Machine Learning Tools, 2nd edition, Ian H. Witten & Eibe Frank, Morgan Kaufmann, 2005.<br>• Neural Networks - A Comprehensive Foundation, 2nd edition, Simon Haykin, Pearson/Prentice Hall,1999.<br>• Data Mining: Concepts and Techniques, Jiawei Han & Micheline Kamber, Morgan Kaufmann, 2000.<br>• Applied Statistics and Probabilities for Engineers, 4th edition, D.C. Montgomery & G.C. Runger, John Willey & sons, 2006.<br>• The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, T. Hastie, R. Tibshirani & J. Friedman, Springer, 2009. |

**Teori Konu Başlıkları**

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 1 | Giriş, genel bakış |
| 2 | Tanımlayıcı istatistikler |
| 3 | Veri ön işleme 1 |

| Hafta | Konu Başlıkları |
|---|---|
| 4 | Veri ön işleme 2 |
| 5 | Kod Uygulaması 1 |
| 6 | Ara Sınav |
| 7 | Kümeleme 1 (Tanımlar, parçalama yöntemleri) |
| 8 | Kümeleme 2 (Hiyerarşik yöntemler ve yoğunluk temelli yöntemler) |
| 9 | Kümeleme 3 (Başarı ölçümleri) |
| 10 | Kod Uygulaması 2 |
| 11 | Proje sunumları |