Uzman Sistemler ve Bilgi Temsili

Yapay Zekâ ve Veri Dersleri Rehberi · Kısım II: Yapay Zekânın Dalları

Bilgi temsili | Kural tabanı | Çıkarım motoru | Ontolojiler | Bilgi edinme | Komşu dersler

Sercan KÜLCÜ · Giresun Üniversitesi · Bilgisayar Mühendisliği

© Sercan Külcü. Tüm hakları saklıdır. · Sunumun etkileşimli HTML sürümü: https://sercankulcu.github.io/files/ai_courses/sunumlar/Bolum_11_Uzman_Sistemler.html

GİRİŞ

Ders Hangi Soruyu Sorar?

> **Bir uzmanın bilgisi nasıl yazıya dökülür ve çıkarım için kullanılır?**

Uzman sistemler, bir alan uzmanının bilgisini kurallar ve olgular biçiminde bir **bilgi tabanına** yazar ve bir çıkarım motoruyla bu bilgiden sonuç çıkarır. Bilgi temsili ise bilginin bilgisayarın akıl yürütebileceği biçimde nasıl kodlanacağını inceler: mantık, çerçeveler, anlamsal ağlar ve ontolojiler.

Bir bakışta

YAKLAŞIM sembolik mantık ve kurallar	**GİRDİ** olgular ve uzman kuralları	**ÇIKTI** sonuç ve gerekçesi
BAŞARI ÖLÇÜTÜ uzmanla uyum, açıklanabilirlik	**MATEMATİK YÜKÜ** düşük: önerme ve yüklem mantığı	**VERİ İHTİYACI** az; bilgi tabanı

Kısa Tarihçe

1965
Stanford'da DENDRAL başlar: kütle spektrumundan molekül yapısı çıkaran ilk uzman sistem.

1972
Colmerauer ve Roussel Prolog dilini geliştirir: mantık programlama doğar.

1970'ler
MYCIN kan enfeksiyonlarında antibiyotik önerir; kurallarına güven çarpanları ekler.

1980
DEC'te R1 (XCON) bilgisayar siparişlerini yapılandırmaya başlar; ilk büyük ticari başarı.

1984
Lenat, sağduyu bilgisini elle kodlamayı amaçlayan Cyc projesini başlatır.

2012
Google Knowledge Graph'ı duyurur; bilgi çizgeleri aramada yaygınlaşır.

DERS

Temel Kavramlar

Bilgi tabanı
Alanla ilgili olgular ve EĞER-İSE kuralları.

Çıkarım motoru
Kuralları olgulara uygulayıp yeni sonuç üreten bölüm.

İleri zincirleme
Olgulardan başlayıp ulaşılabilen sonuçları türetmek.

Geri zincirleme
Hedeften başlayıp onu destekleyen olguları aramak.

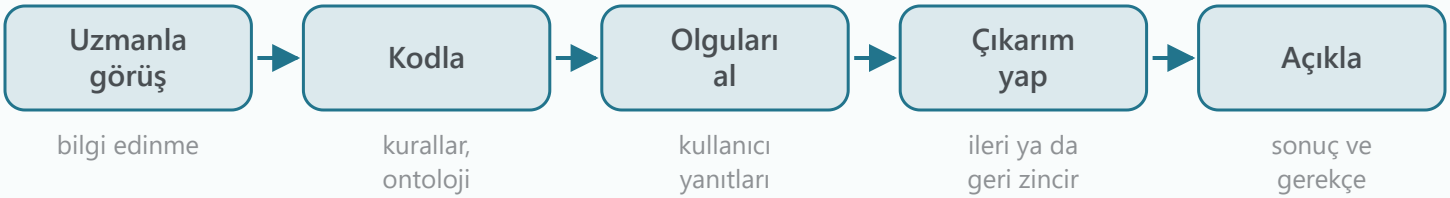
Açıklama birimi
Sonuca hangi kurallarla varıldığını gösterir.

Çerçeve ve ağ
Nesneleri yuva (slot) ve ilişkilerle temsil etmek.

Ontoloji
Bir alanın kavramları, sınıfları ve ilişkileri: OWL.

Bilgi edinme
Uzmandan bilgiyi çıkarma; sistemin darboğazı.

Tipik İş Akışı



Örnek: Bir arıza teşhis sistemi teknisyenlerin deneyimini "motor çalışmıyor ve akü gerilimi düşükse aküyü değiştir" gibi kurallara döker. Kullanıcıya belirtileri sorar, kuralları zincirleyerek arızayı bulur ve hangi kuralları kullandığını adım adım gösterir.

DERS

Derste Neler İşlenir?

1. Bilgi temsili ve akıl yürütme sorunu
2. Önermeler ve yüklem mantığı; çözülüm
3. Mantık programlama: Prolog
4. Kural tabanlı sistemler; ileri ve geri zincirleme
5. Rete algoritması ve kural motorları: CLIPS, Drools
6. Çerçeveler, anlamsal ağlar ve kalıtım
7. Betimleme mantıkları
8. Ontolojiler: RDF, OWL ve Protégé
9. Bilgi çizgeleri ve SPARQL sorguları
10. Belirsizlik: güven çarpanları, varsayılan akıl yürütme
11. Bilgi edinme ve uzmanla görüşme teknikleri
12. Açıklama, doğrulama ve bilgi tabanı bakımı

Kazandırdığı beceriler

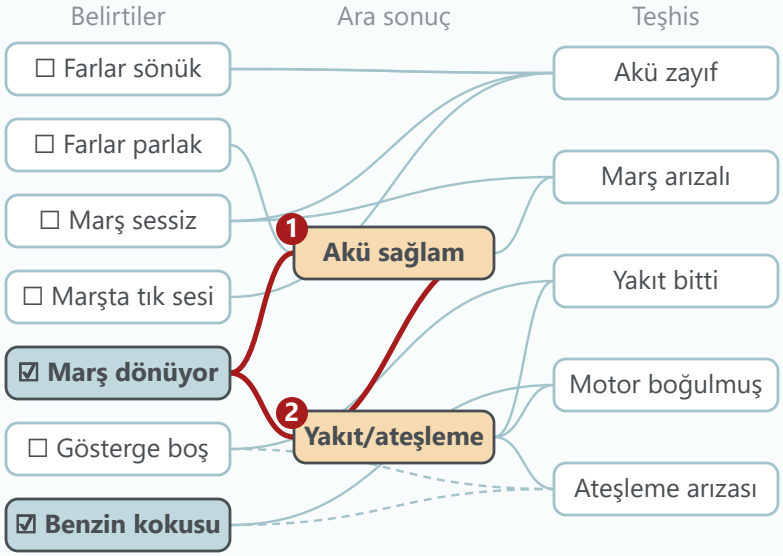
- CLIPS ya da Drools ile kural yazmak
- Prolog ile mantık programlama
- Protégé ile ontoloji kurmak
- SPARQL ile bilgi çizgesi sorgulamak
- uzmandan bilgi derleyip kurala dökmek

Tipik bir dönemin akışıdır; sıra ve kapsam üniversiteden üniversiteye değişir.

DENE

Araç Neden Çalışmıyor?

Servis ustasının bilgisi dokuz EĞER–İSE kuralına yazıldı. Soldaki belirtilere tıklayarak işaretleyin; sistem ileri zincirlemeyle kuralları sırayla tetikleyip teşhise varır ve nedenini açıklar.



Örnek: akü | Örnek: marş | Temizle

1. **K4**: Marş dönüyor → Akü sağlam
2. **K6**: Akü sağlam ∧ Marş dönüyor → Yakıt/ateşleme

Çıkarım sürüyor...

Bilgi koddan ayrı bir **kural tabanında** durur; çıkarım motoru kuralları zincirler. Usta yeni bir kural eklediğinde program değişmez, sistem her kararını hangi kurallarla verdiğini açıklayabilir.

KONUM

Ön Koşullar

Bu dersten önce bilinmesi yararlı olan dersler ve neden gerektikleri.

Ders	Neden gerekir
Yapay Zekâ	sembolik yapay zekâ, mantık ve kurallar
Ayrık Matematik	önerme ve yüklem mantığı, çıkarım kuralları
Veri Yapıları	ağaç, çizge ve eşleme tabloları: kural ve olgu deposu
Java ile NYP	sınıf ve kalıtım: çerçeve temsiline ve Drools'a köprü

KONUM

Bu Ders Sana Göre mi?

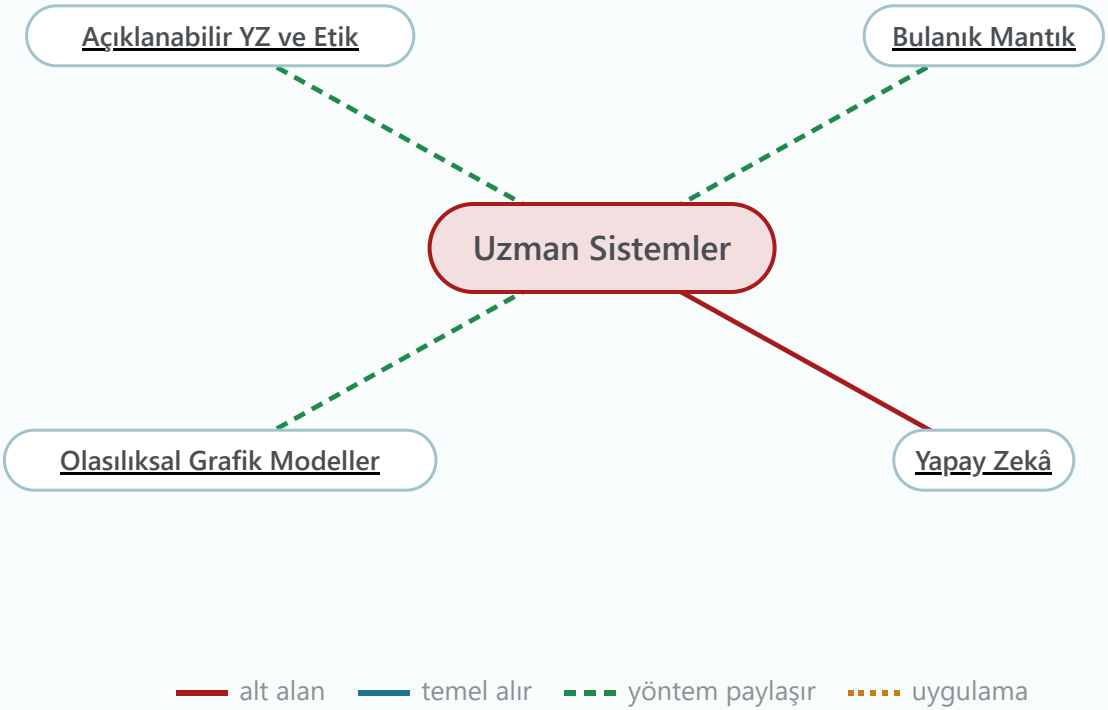
Kendine sor; "hayır" dediklerin için sağdaki sütun nereden başlayacağını gösterir.

Kendine sor	Hayırsa önce
"Her insan ölümlüdür" gibi bir cümleyi yüklem mantığıyla yazabiliyor musun?	Ayrık matematikteki önerme ve yüklem mantığı
Derinlik ve genişlik öncelikli aramayı bir örnekte yürütebiliyor musun?	Yapay Zekâ
Eşleme tablosu ve çizgeyi bir programda kullanabiliyor musun?	Veri Yapıları dersindeki eşleme tablosu ve çizge
Sınıf, nesne ve kalıtımı bir örnekle açıklayabiliyor musun?	Java ile nesne yönelimli programlamaya giriş

Çoğuna "evet" diyebiliyorsan derse hazırsın; bir ya da iki "hayır" dönem içinde kapanabilir.

KONUM

Dersin Komşuları



ÖRTÜŞME

Örtüştüğü Dersler

İlişki	Ders	Ortak konu
alt alan	Bu ders, Yapay Zekâ dersinin alt alanıdır	sembolik yapay zekâ, mantık ve kurallar
yöntem paylaşır	Bulanık Mantık ve Bulanık Sistemler ile yöntem paylaşır	EĞER-İSE kural tabanı, çıkarım motoru
yöntem paylaşır	Olasılıksal Grafik Modeller ile yöntem paylaşır	belirsizlik altında çıkarım
yöntem paylaşır	Açıklanabilir Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Etiği ile yöntem paylaşır	okunabilir kurallarla açıklanabilir karar

Ayrıştığı Noktalar (1/2)

Ölçüt	Uzman Sistemler	Makine Öğrenmesi	Bulanık Mantık
Temel soru	Bir uzmanın bilgisi nasıl yazıya dökülür ve çıkarım için kullanılır?	Bir program örneklerden nasıl genelleme yapar?	"Sıcak", "hızlı" gibi keskin sınırı olmayan kavramlarla nasıl akıl yürütülür?
Yaklaşım	sembolik mantık ve kurallar	istatistiksel öğrenme	kısmi üyelik ve dilsel kurallar
Girdi	olgular ve uzman kuralları	etiketli ya da etiketsiz örnekler	keskin ölçümler ve uzman kuralları
Çıktı	sonuç ve gerekçesi	tahmin yapan model	denetim sinyali ya da karar
Başarı ölçütü	uzmanla uyum, açıklanabilirlik	görülmemiş veride hata	denetim başarımı, uzmanla uyum
Matematik yükü	düşük: önerme ve yüklem mantığı	yüksek: doğrusal cebir, olasılık, optimizasyon	düşük-orta: küme kuramı
Veri ihtiyacı	az; bilgi tabanı	orta ve çok	az; uzman bilgisi

- **Makine Öğrenmesi:** MÖ bilgiyi örneklerden öğrenir ve çoğu zaman gerekçe vermez; uzman sistem bilgiyi uzmandan alır ve sonucunu kurallarla açıklar.
- **Bulanık Mantık:** Bulanık mantık kuralların kısmen doğru olmasına izin verir; bu ders bilgiyi temsil etmeyi ve kuralları zincirlemeyi genel olarak öğretir.

Ayrıştığı Noktalar (2/2)

Ölçüt	Uzman Sistemler	Olasılıksal Grafik Modeller	Açıklanabilir YZ ve Etik
Temel soru	Bir uzmanın bilgisi nasıl yazıya dökülür ve çıkarım için kullanılır?	Birbirine bağlı, belirsiz çok sayıda değişken nasıl modellenir ve sorgulanır?	Bir yapay zekâ sisteminin kararına nasıl güvenilir ve sonucundan kim sorumludur?
Yaklaşım	sembolik mantık ve kurallar	olasılık ve çizge bir arada	insan merkezli değerlendirme
Girdi	olgular ve uzman kuralları	değişkenler, bağımlılık yapısı, veri	model, verisi ve kullanım bağlamı
Çıktı	sonuç ve gerekçesi	koşullu olasılık, en olası açıklama	açıklama, denetim raporu, ilke
Başarı ölçütü	uzmanla uyum, açıklanabilirlik	olabilirlik, çıkarım doğruluğu	anlaşılırlık, adalet, hesap verebilirlik
Matematik yükü	düşük: önerme ve yüklem mantığı	yüksek: olasılık	düşük-orta
Veri ihtiyacı	az; bilgi tabanı	orta	modelin kendi verisi

- **Olasılıksal Grafik Modeller:** OGM belirsizliği olasılık dağılımlarıyla tutarlı biçimde modeller; uzman sistemler bilgiyi çoğunlukla keskin kurallarla yazar.
- **Açıklanabilir YZ ve Etik:** AYE öğrenilmiş modellere sonradan açıklama arar; uzman sistem baştan okunabilir kurallarla kurulduğu için kendini açıklar.

UYGULAMA

Uygulama Alanları

Tıbbi karar destek
Belirti ve tahlilden tanı ve tedavi önerisi.

Arıza teşhisi
Makine, araç ve ağ sorunlarını bulmak.

Ürün yapılandırma
Uyumlu parçalardan sipariş kurmak.

İş kuralları
Kredi onayı, sigorta ve mevzuat denetimi.

Bilgi çizgeleri
Arama motorlarında varlık ve ilişki bilgisi.

Anlamsal web
Verileri ontolojilerle birbirine bağlamak.

UYGULAMA

Riskler ve Etik

Kurala dökülen önyargı

Uzmanın alışkanlıkları ve kurumun eski uygulamaları kurala dönüşür; kredi ya da sigorta kuralları bazı grupları sessizce dışlar.

Kural çatışması ve bakım

Binlerce kural birbirini gölgeleyip çelişebilir; XCON gibi büyük sistemlerde kuralların bakımı ayrı bir yük oldu.

Sorumluluk belirsizliği

Yanlış tanıda ya da reddedilen başvuruda hatanın uzmanda mı, bilgi mühendisinde mi, kullanıcıda mı olduğu belli değildir.

Bilgi tabanındaki yanlışlar

Açık bilgi tabanlarındaki yanlış ya da eskimiş olgular, onları kullanan arama ve sohbet sistemlerine yayılır.

Ayrıntılı tartışma: Açıklanabilir Yapay Zekâ ve Yapay Zekâ Etiği.

UYGULAMA

Araçlar ve Örnek Veriler

Araçlar ve kütüphaneler

CLIPS | Drools | SWI-Prolog | Protégé | Apache Jena | Neo4j

Tanınmış bilgi tabanları

Wikidata | DBpedia | WordNet | Gene Ontology | SNOMED CT | Protégé Pizza ontolojisi

UYGULAMA

Sık Karıştırılanlar

Yaygın düşünce	Doğrusu
Uzman sistemler 1980'lerde kalmış bir modadır.	Adı değişse de iş kuralı motorları ve bilgi çizgeleri bugün bankacılıkta, sağlıkta ve aramada kullanılır.
Uzman sistem uzman kadar bilir.	Yalnız kodlanan bilgiyi bilir; alanın dışına çıkınca ya da sağduyu gerektiğinde hızla yanılır.
Kuralları yazmak kolaydır.	Uzman bilgisinin çoğu örtüktür; onu kurala dökmek (bilgi edinme) en zor ve pahalı adımdır.
Büyük dil modelleri bilgi temsilini gereksiz kıldı.	Dil modelleri yanlış bilgi üretebilir; doğrulanabilir sonuç için bilgi çizgeleriyle birlikte kullanılır.

SONRASI

Bu Dersten Sonra

Bu dersi temel alan ya da genişleten dersler

Bu ders çoğunlukla uç noktadır; öteki dersleri temel alır.

İlgili meslekler

Bilgi mühendisi | Ontoloji uzmanı | Karar destek sistemleri geliştiricisi | İş kuralları analisti

Bu ders sembolik yapay zekânın kapısıdır. Sonrasında belirsizliği tutarlı biçimde ele almak için olasılıksal grafik modellere, kısmi doğruluk için bulanık mantığa, kararların açıklanması ve sorumluluğu için açıklanabilir YZ ve etiğe geçilebilir.

Kaynaklar

- Jackson, *Introduction to Expert Systems*, 3. baskı, Addison-Wesley, 1999.
- Brachman ve Levesque, *Knowledge Representation and Reasoning*, Morgan Kaufmann, 2004.
- Giarratano ve Riley, *Expert Systems: Principles and Programming*, 4. baskı, Thomson Course Technology, 2005.
- Buchanan ve Shortliffe (ed.), *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*, Addison-Wesley, 1984.

Son

Bölüm 11: Uzman Sistemler ve Bilgi Temsili

← Önceki bölüm · Alanın haritası · Sonraki bölüm →