

Yapay Zeka Araştırma ve Uygulama Alanları

Doç. Dr. řakir Kocabaş
İTÜ, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakóltesi, Uzay Müh. Bölümü
uckoca@itu.edu.tr

Özet

Bu çalışmamızda zekanın tanımları, yapay zekanın genel bir tanımı, yapay zekanın tarihçesi, yapay zeka çalışmalarının amaçları, günümüzdeki araştırma ve uygulama alanları ve yapay zeka çalışmalarının geleceği hakkında bilgiler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *yapay zeka, bilgi-tabanlı sistemler, makina öğrenmesi, makina buluşları.*

Abstract

This work presents a summary about the definitions of intelligence and artificial intelligence, history of artificial intelligence, aims of studies in artificial intelligence, current research and application areas, and the future of artificial intelligence.

Keywords: *artificial intelligence, knowledge-based systems, machine learning, machine discovery.*

1. Giriş

Yapay zeka konularına girmeden önce zekanın tanımları konusunda bazı özet bilgiler vermemiz yerinde olacaktır. Zeka, psikoloji ve nöroloji alanında çalışan bilim adamları tarafından çok çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır.

Günlük hayatımızda, başımızı sağa sola çevirmek, yemek yemek, yolda karşıdan karşıya geçmek gibi basit işlemleri düşünmeden gerçekleştiririz ve bunları yaparken de çok zeki olduğumuzu düşünmeyiz. Beynimizde en basit hareketlerimiz için binlerce hatta milyonlarca elektrokimyasal bilgi işlem faaliyeti vuku bulmaktadır.

Zeka, bilgi alma ve onu gerektiğinde kullanabilme, çeşitli bilgi parçaları ile ilişki kurabilme ve tüm bu parçaları birleştirerek sonuca ulaşabilme kabiliyetidir. Bir insan parçaları birleştirme işinde ne kadar başarılı olursa o kadar zeki olarak nitelendirilmektedir.

Yapay zekacılar da zekanın birçok tanımını yapmışlardır. Bunlardan bazılarını ancak özet olarak burada hatırlatabiliriz. Yapay zeka araştırmalarının tanınmış isimlerinden D. Lenat ve E. Feigenbaum (1987) zekayı problem çözme açısından 'arama alanı' kavramı üzerinden řu şekilde tarif etmektedirler: "Zeka, karmaşık bir problemi, çözüm arama alanını daraltarak kısa yoldan çözebilme

kabiliyetidir.” Feigenbaum (1989) daha sonra zekayı ‘bilgi kullanımı’ kavramına bağlı olarak şöyle tarif etmiştir: “Zeka, karmaşık bir problemi çözmek için gerekli bilgileri toplayıp birleştirebilme kabiliyetidir.”

Bunların dışında zekayı sistem tanıma açısından şöyle tarif edebiliriz: Zeka, daha önce düzensiz sanılan bir sistemdeki düzenliliği ve düzenli olduğu kabul edilen bir sistemdeki düzensizlikleri fark edebilme kabiliyetidir.

Zeki sistemler açısından zeki davranıştan söz edilebilmesi için sistemin algılama, düşünme ve eylem kabiliyetlerine sahip olması gerekir. Zeki sistem bu kabiliyetleri vasıtasıyla çevresinden gelen sinyalleri algılar, bunları inceler ve bilgisini kullanarak davranışta bulunur.

Yapay zeka, insanlarda zeka ile ilgili zihinsel fonksiyonları bilgisayar modelleri yardımıyla inceleyip bunları formel hale getirdikten sonra yapay sistemlere uygulamayı amaçlayan bir araştırma alanıdır. “Yapay zeka” terimi ilk olarak önemli yapay zeka programlama dillerinden biri olan LISP’i geliştiren ve yapay zeka alanındaki öncülerden biri olan John McCarthy tarafından 1956 yılında ortaya atıldı (bakınız: Russell & Norvig, 1995, s. 17-18).

2. Yapay Zekanın Amaçları

Yapay zeka alanında yapılan çalışmalarda amaçları şöyle sıralayabiliriz: 1) İnsan beyninin fonksiyonlarını bilgisayar modelleri yardımıyla anlamaya çalışmak. 2) İnsanların sahip olduğu zihinsel yetenekleri, bilgi kazanma, öğrenme ve buluş yapmada uyguladıkları strateji, metot ve teknikleri araştırmak. 3) Bu öğrenme metotlarını formel hale getirmek ve bilgisayarlarda bilgi sistemleri halinde uygulamak. 4) İnsanlarını bilgisayar kullanımını kolaylaştıracak insan/bilgisayar ara birimleri geliştirmek. 5) Belli bir uzmanlık alanı içindeki bilgileri bir ‘bilgi sistemi’ (veya ‘uzman sistem’) halinde toplamak. 6) Geleceğin bilgi toplumunun kurulmasında önemli rol oynayacak ‘genel bilgi sistemleri’ geliştirmek. 7) Yapay zeka iş yardımcıları ve ‘zeki robot timleri’ geliştirmek. 8) Bilimsel araştırma ve buluşlarda faydalanmak üzere, ‘araştırma yardımcıları’ geliştirmek.

3. Yapay Zekanın Tarihçesi

Yapay zekanın tarihini Ortaçağ’a kadar götürmek mümkündür. Miladi dokuzuncu yüzyılda Abbasiler döneminde (750-1256) Musa kardeşlerin, hidrolik prensiplerine göre çalışan otomatik makineler yaptıkları, daha sonra Selçuklular döneminde Ebul İzz’in de bu çalışmaları devam ettirdiği bilinmektedir (bakınız: Şen, 2002, s. 11-32).

Otomatik makinalar konusu, Rönesans döneminde Leonardo da Vinci’nin de dikkatini çekmişti. Daha sonra Fransız matematikçisi Pascal mekanik bir hesap makinesi geliştirmeye çalıştı.

Ondokuzuncu yüzyılda ise, İngiliz bilgini Babbage, Fransız mühendis Jacquard'ın dokuma tezgahları için icad ettiği bir tekniği kullanarak ilk programlanabilir mekanik bilgisayarı (Analytical Engine) geliştirmeye çalışmıştır (bakınız: Russell & Norvig, 1995, s. 15), fakat o zamanki teknoloji yeteri kadar hassas olmadığı için, projesi yarım kalmıştır. (Babbage'in çalışmaları Londra'daki Science Museum'da sergilenmektedir.)

Babbage'in çalışmalarının sürdüğü sıralarda, bir başka İngiliz matematikçi George Boole iki değerli modern mantığın temellerini atmaktaydı. Sembolik mantığın ondokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında Boole ve daha sonra Frege'nin çalışmalarıyla başlayıp yirminci yüzyılda Russell ve Whitehead'in çalışmalarıyla gelişmesi de bilgisayar bilimlerinin ve yapay zekanın gelişmesinde önemli rol oynamıştır.

İkinci Dünya Savaşı öncesinde Turing'in hesaplanabilirlik teorisi üzerine yaptığı çalışmalar zeki sistemler üzerine yapılan önemli çalışmaların başında gelmektedir. 1940'larda sibernetik alanında yapılan çalışmalar insan ve makine arasındaki birçok paralellikleri ortaya çıkarmıştır. 1948 yılında Norbert Wiener sibernetik üzerine yayınladığı yazısında, insan beynindeki tüm fonksiyonların elektronik olarak kopyalanmasının mümkün olduğunu iddia etti. İleriki yıllarda sibernetik, bilgi teorisi, geri beslemeli kontrol sistemleri ve elektronik bilgisayarlarla ilgili kavramları birleştiren önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. 1940'larda John von Neumann günümüz bilgisayarlarının temelini oluşturan özellikleri açıklamış ve modern bilgisayarların mimarisini tasarlamıştır.

1950'lerde bilgisayarların ticari şirketlerde kullanılmaya başlaması ile yapay zeka ayrı bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmıştır. Claude Shannon ve Allen Newell'in geliştirdikleri satranç programları ve diğer oyunları oynayan programlar ortaya çıkmıştır. Otomatik çeviri programları üzerine çalışmalar da bu yıllarda başlamıştır.

1956 yılında IBM tarafından düzenlenen konferansa yapay zekanın öncüleri olarak sayılan Marvin Minsky, Allen Newell, Claude Shannon ve Herbert Simon katılmış ve aynı toplantıda John McCarthy bu alandaki çalışmalara "yapay zeka" adını vermiştir. Allen Newell ve Herbert Simon daha sonra ilk teorem ispatlayıcısı olan Logic Theorist programını geliştirdiler (bakınız: Russell & Norvig, 1995, s. 17). Bu program Whitehead ve Russell'in eseri Principia Mathematica'daki teoremleri ispatlamak üzere düşünülmüştü. Bu çalışma, Newell ve Simon'ın sonraki projesi GPS sistemi (Genel Problem Çözücü) için de bir temel oluşturdu. GPS sistemi, sembolik integral almadan yamyamlar-misyonerler problemine kadar çeşitli problem çözümleri için geliştirilmişti (bakınız: Russell & Norvig, 1995, s. 17). Herbert Gelernter tarafından geliştirilen geometri teoremi ispatlama makinesi ortaokul düzeyi düzlem geometrisi problemlerini çözebiliyordu.

1950'lerin sonlarına doğru çalışmalar şekil tanıma ve kendi kendine adapte olan sistemler üzerine yoğunlaştı. Aynı dönemde

John McCarthy MIT’de önemli yapay zeka programlama dillerinden biri olan Lisp’i geliştirdi.

1965 yılında kimyasal bileşenler ve kütle spektrometri verilerinden moleküler yapıları bulan DENDRAL programı çalışması J. Lederberg, Edward Feigenbaum ve Carl Djerassi tarafından Stanford Üniversitesi’nde başlatıldı. DENDRAL programı, ilk bilgi tabanlı uzman sistem olarak geliştirildi (bakınız: Feigenbaum, Buchanan & Lederberg, 1971; Lindsay, Buchanan, Feigenbaum & Lederberg, 1980).

1965 yılında Weizenbaum ELIZA adındaki ilk psikiyatrist programını geliştirdi (bakınız: Russell & Norvig, 1995, s. 20). Bu basit fakat etkileşimli bir programdı. 1968’de ise bir çok matematik problemini çözen MACSYMA programının çalışmaları MIT’de Carl Engelman, William Martin ve Joel Moses tarafından başlatıldı (bakınız: Firebaugh, 1988, s. 189).

1972’de yapay zeka dili Prolog, Alan Colmaurer tarafından geliştirildi. Bu programlama dili 1975’te D. Warren tarafından bilgisayarlarda uygulandı. Prolog, bu gün yapay zeka çalışmalarında kullanılan önemli bir programlama dilidir.

1981 yılında Japonlar yeni başlattıkları “5. Nesil Bilgisayar Projesi”nde Prolog programlama dilini kullanmayı planladıklarını duyurdular. Bilgi tabanlı sistemlerin başarılı uygulamaları daha sonra genel bilgi sistemlerinin geliştirilmesine yol açtı ve 1983’de Amerika’da CYC, 1984’de Japonya’da EDR Projeleri başlatıldı.

Son 60 yıldaki yapay zeka çalışmalarını üç safhada özetlemek mümkündür: 1) Algılayıcılar ve Yapay Sinir Ağları üzerinde yapılan çalışmalar. Bu safhadaki çalışmalar 1940-1965 yılları arasında ve 1982’den günümüze kadar devam etmiştir. 2) Sembolik Yapay Zeka dönemi 1965-1975 yılları arasında ön plana çıkmıştır. 3) Bilgi Tabanlı Sistemler alanındaki çalışmalar 1975’ten günümüze kadar gelecektir.

4. Yapay Zeka Araştırma Alanları

Yapay zeka araştırma alanlarını şöyle sıralayabiliriz: Oyunlar, Otomatik Teorem İspatı, Doğal Dil Anlama ve Çeviri, Şekil Tanıma, Robotik, Bilgi Tabanlı Sistemler, Makina Öğrenmesi, Makina Buluşları, Bilimsel Buluşların Modellendirilmesi ve Bilimsel Araştırma Yardımcıları.

Oyunlar

Satranç, dama, tavla gibi oyunlar araştırmacılar için yapay zekanın ilk zamanlarından bu yana tercih edilen bir alan olmuştur. İlk sistemler kısıtlı bir zamanda çok sayıdaki çözüm yolunu göz önünde bulundurma becerisi üzerine kurulmuştur. Bu çalışmalarda artık tecrübeye dayalı bilgi stratejileri kullanılarak genel çözüm arama kavramlarına dönüşmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalar daha sonra Artificial Life (AL -Yapay Hayat) adında yeni bir araştırma alanının ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Otomatik Teorem İspatlama

Bu alandaki çalışmalar, yapay zekanın erken döneminde, 1950'lerde başlamıştır. Özellikle sembolik mantıkta ispatlanan teoremlerin daha basit ispat yollarının bulunmasında kayda değer sonuçlar elde etmiştir. Bu çalışmalardan, sembolik mantığa dayanan güçlü bir yapay zeka dili olan Prolog programlama dili ortaya çıkmıştır. Günümüzde paralel Prolog derleyicileri geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

Doğal Dil Anlama ve Çeviri

Bu alandaki çalışmalar, otomatik tercüme, doğal dilde yazılmış metinlerin açıklanması ve üretilmesi ve konuşmaların otomatik işlenmesi gibi faaliyetleri kapsar. Belli alanlardaki metinlerin tercümesi için geliştirilmiş sistemlerin tercümelerin doğruluk oranı yüksek (% 90'ın üzerinde) olabilmektedir. Fakat genel maksatlı otomatik tercüme sistemlerinde doğruluk oranı % 25'lere kadar düşebilmektedir. Son yıllarda CYC ve EDR gibi genel bilgi sistemleri kullanılarak bu oran arttırılmaktadır. Makine tarafından bir cümlenin anlaşılması, birçok bilgiyi devreye sokan bir süreçtir. Fakat kimi zaman gürültüler ve akustik değişkenlik benzeşen sinyalin işlenmesini zorlaştırır. Günümüzde deneysel insan-makine diyalogu sistemleri geliştirilmiş durumdadır. Bununla birlikte, bu sistemler, problemin olağanüstü zorluğu yüzünden özel kelimelerle sınırlı bir kelime dağarcığını tanımakla sınırlı kalırlar.

Görüntülerin Yorumlanması, Şekil Tanıma

Görme bir makinenin çevresini fark etmeye yönelik başka bir özelliktir. İşitme yoluyla algılama durumunda olduğu gibi görme probleminin basitleştirilmesi, basit şekillerin algoritmik şekil tanıma metotları yardımıyla tanımlanmasından ibarettir. Bunlar bir metin içindeki harfler, bir sahne resmi içindeki eşyalar, mikroskop altında bir resmin üzerindeki hücreler ya da kromozomlar, bir uydu resmi üzerindeki özel bölgeler olabilir. Bununla birlikte, bir sahenin veya görüntünün gerçekten anlaşılması bu metotların ötesine gitmeyi gerektirir: Tıbbi teşhis amacı ile radyolojik görüntülerin açıklanması, basılı ya da elyazısı bir metnin anlaşılması, üretim zinciri üzerindeki bir nesnenin kontrolünde olduğu gibi. Bu son etkinlikler özellikle robotbilime aittir. Görüntülerin işlenmesi yapay zekanın endüstriyel alandaki ilk uygulamalarından biridir.

Robotik

Robotbilim geniş bir alana yayılmış durumdadır. Özellikle sanayide iş otomasyonu etkinliklerini kapsar (fabrikasyon, yönetim, tamir). Varolan robotların büyük bölümü işleri sıra ile durmaksızın tekrarlar

ve zeki davranış göstermezler. Buna karşın yeni kuşak robotlar, giderek çevrelerini algılamaya ve hareketlerini planlamaya yönelik zeka yeteneği ile donatılmaktadır. Robotik alanındaki çalışmalar, robot görmesi, görev planlama, robot timleri, mikro robotlar ve robot kolonileri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Bilgi Tabanlı Sistemler

Bu alandaki çalışmaları üç alt başlık altında değerlendirebiliriz: Bilgi Gösterimi, Bilgi Tabanlı Simülasyon, Uzman Sistemler ve Genel Bilgi Sistemleri.

Bilgi Gösterimi: Bilgi sistemlerinde bilgi çok farklı şekillerde gösterilebilmektedir. Yapay zekada bilgi gösterim metotlarını üç seviyede sınıflandırıyoruz: Bilgi Düzeyi, Sembol Düzeyi, Aygıt Düzeyi. Bilgi düzeyi metotlarda bilgi, kurallar, mantık yapıları, çerçeveler, senaryolar ve vak'a kayıtları şeklinde gösterilmektedir. Sembol düzeyi metotlarda ise bilgi, vektörler ve matris yapıları içinde gösterilmektedir. Aygıt düzeyinde bilgi, bir ağ yapısı içinde gösterilir.

Uzman Sistemler: Tasarım, planlama, teşhis, özetleme, kontrol ve tavsiyede bulunma gibi konularda insan uzmanların yaptıkları tür faaliyetleri otomatik olarak uygulamak üzere geliştirilen bilgisayar programlarıdır. Bir uzman sistem, sınırlı bir alan içinde uzmanlık bilgisini depolayabilir, mantıksal sonuçları takip ederek problemin çözümüne ulaşabilir. İlk geliştirilen uzman sistemlerden biri 1970'lerde tıpta bazı hastalıkların teşhisini yapabilen MYCIN programıdır. Günümüzde tıptan mimarlığa, bankacılıktan savunmaya kadar akla gelebilecek birçok alanda uzman sistemler geliştirilmiş bulunmaktadır.

Bilgi Tabanlı Simülasyon: Bu alanda kullanılmak üzere geliştirilen sistemler afet yönetimi, kriz yönetimi, stratejik planlama ve bazı askeri alanlarda uygulanmaktadır. Batı Avrupa ülkelerinin katıldığı EUCLID projeleri çerçevesinde bizim TÜBİTAK MAM'da geliştirdiğimiz AISim sistemi hava muharebesi simülasyonu ortamında bir F16 uçağını hiçbir pilot veya operatör müdahalesi olmadan yönetebilen bir sistemdi (bakınız: Kocabaş, Öztemel, Uludağ & Koç, 1996).

Genel Bilgi Sistemleri: Uzman sistemlerin en zayıf tarafı insan uzmanların sahip olduğu sağduyu bilgisine ve genel bilgilere sahip olmamasıdır. Bundan dolayı uzman sistemlere, insan uzmanların aksine kendi uzmanlık alanlarının biraz dışındaki problemler verildiği zaman ya hiçbir çözüm veremezler, yahut anlamsız bir çözüm verirler. Uzman sistemlerin bu eksikliğini giderilmesi için insanların sahip oldukları genel bilgileri ve sağduyu bilgilerini de taşıyan genel bilgi sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Bu sistemlerden ilki CYC, 1983 yılında Amerika'da, diğeri EDR sistemi Japonya'da

başlatılmıştır. CYC projesi yapay zeka alanında en uzun dönemli (30 yıllık) bir proje olarak geliştirilmek üzere başlatılmıştı. Bu gün her iki sistem de bazı alanlarda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (CYC sistemi ile ilgili ayrıntılar için bakınız: www.cyc.com).

Makina Öğrenmesi

Öğrenme üzerine yapılan çalışmalar yapay zeka çalışmalarının daha ilk dönemlerinde başlatılmıştır. İlk çalışmalar “algılayıcılar” (perceptrons) adı verilen, aygıt düzeyinde basit sistemler üzerinde başlamıştır. Daha sonra sembol düzeyi öğrenme metotları geliştirilmeye başlanmıştır. 1970’lerin sonlarına doğru bilgi tabanlı sistemlerin ortaya çıkmasıyla bilgi düzeyi öğrenme metotları geliştirilmeye başlanmıştır.

Aygıt düzeyinde öğrenme özelliğine sahip sistemlerin genel özellikleri şunlardır: 1) Öğrenen sistemde başlangıçta çok az bilgi ve yapılanma vardır, 2) Öğrenme, çıkış sinyallerindeki geri beslemeyle ağ üzerindeki bağlantı ağırlıklarının değiştirilmesi ile olur, 3) Sistem için gerekli elemanlar: giriş sinyalleri, geri besleme kaynağı, sistemin kendi organizasyonunu değiştirme hürriyetidir, 4) Öğrenen sistemin amacı optimum düzene ulaşmaktır.

Sembol düzeyinde öğrenme özelliğine sahip sistemler yüklemeler mantığını ve sembolik matematiği kullanabilen sistemlerdir. Bunlar yeni kavramları pozitif ve negatif örneklerden öğrenirler.

Bilgi düzeyinde öğrenme özelliğine sahip sistemler “bilgi kuvvettir” prensibine dayanarak geliştirilmişlerdir. Bu anlayışa göre bir sistem ne kadar bilgiye sahipse, o kadar çok şey öğrenebilir. Bu çerçevede geliştirilen sistemler indüktif (tümevarım), dedüktif (tümdengelim) ve analogik öğrenme özelliklerine sahiptirler.

Makina Buluşları ve Veri Madenciliği

Makina öğrenmesi üzerine yapılan çalışmalar daha sonra makina buluşları alanına doğru gelişmeye başlamıştır. Büyük veri tabanlarından indüktif, dedüktif ve analogik öğrenme metotlarıyla yeni bilgiler ortaya çıkarılmıştır. İlk olarak tıp veri tabanlarındaki ilaç uygulamaları ve bunların etkileri üzerinden yeni tedavi yolları ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmalar daha sonra yeni bilimsel araştırmalardan elde edilen veriler üzerinde de uygulanmaya başlamıştır.

Bilimsel Buluşların Modellendirilmesi

Bu alanda geliştirilen sistemler bilim tarihinde gerçekleştirilmiş olan buluşları modellemek üzere geliştirilen programlardır. Bunlardan ilk geliştirilenler matematikteki buluşları modellendiren Automated Mathematician (Lenat, 1979) ve klasik fizikteki buluşları

modellendiren BACON (Langley, 1978) sistemleridir. Daha sonra 17-19 yüzyıllarda kimyadaki buluşları modellendiren GLAUBER, STAHL sistemleri (bakınız: Langley, Simon, Bradshaw & Zytkow, 1987) ve STAHLp sistemi (Rose & Langley, 1986) geliştirilmiştir. Bizim geliştirdiğimiz BR-3 (Kocabaş, 1991) ve BR-4 (Kocabaş & Langley, 2001) sistemleri ise parçacık fiziğinde 1930-60 yılları arasındaki buluşları modellendiren sistemlerdir.

Bilimsel Araştırma Yardımcıları

Bilimsel buluşların modellendirilmesi alanındaki başarılar, günümüzde yapılan bilimsel araştırmalarda kullanılabilecek yardımcı programlar geliştirme çalışmalarına yol açmıştır. Bu alanda geliştirilen sistemlerden biri, nükleer astrofizikte yıldızlarda meydana gelen çekirdek reaksiyonlarını ve elementlerin sentez mekanizmalarını formüle edebilen ASTRA sistemi (Kocabaş & Langley, 2000; Kocabaş, 2001) diğeri katalitik kimyada metanol sentez mekanizmalarını formüle eden MECHEM (Valdes-Perez, 1995) sistemidir. Diğeri bir sistem ise organik molekül sentezlerini formüle etmede kullanılan SYNGEN (Hendrickson, 1997) sistemidir. Bu çerçevede geliştirilen sistemlerin şu özelliklere sahip olması istenir: Araştırma amaçlarını formüle edebilme, deneyler önerebilme, hipotezler kurup test edebilme, çelişkileri çözümleyebilme ve açıklamalar yapabilme.

5. Yapay Zeka Çalışmalarının Geleceği

ARPA Raporu'na göre (bakınız: *AI Magazine*, Fall 1994, s. 10-20) yirmi birinci yüzyılda yapay zeka şu alanlarda etkili olacaktır: 1) Zeki simülasyonlar, 2) Bilgi kaynaklarına ulaşım sistemleri, 3) Zeki proje yardımcıları, 4) Robot timleri.

Zeki Simülasyonlar: Eğitim, öğretim, imalat ve eğlence alanlarında kullanılacaktır.

Zeki simülasyonların eğitim alanındaki potansiyel uygulamalar bir çelik fabrikasının kontrolü, ameliyat odası ve acil müdahale eğitimi, büyük bir şirketin yönetimi, kriz yönetimi, savaş alanı simülasyonu (yeni arazilerin, silahların ve taktiklerin denenmesi gibi konular olacaktır.

Öğretim alanında ise, etkileşimli tarih dersleri, etkileşimli yabancı dil (mesela Japonca) öğrenme gibi konularda zeki simülasyonların kullanılabileceği düşünülmektedir.

Zeki simülasyonların imalatta mamullerin (mesela otomobillerin) imalattan önce tasarımında ve aynı şekilde askeri sistemlerin (mesela denizaltılar, uçaklar ve tankların) tasarımında kullanılacağı öngörülmektedir.

Eğlence alanında ise zeki simülasyonlar etkileşimli masallar, dedektif romanları gibi uygulamalarda kullanılabilir.

Bilgi Kaynaklarına Ulaşım Sistemleri: Gelecekte her ev ve işyerinin televizyon, gazete, bilgisayar ve internet hizmetlerini birleştiren bir cihaza sahip olacaktır. Bilgi kaynaklarına ulaşım sistemleri evde, işyerinde ve okulda bilgiye ulaşım için yardımcı olacaktır. Bu sistemler mesela eğitim, sağlık, pazar analizi gibi konularla ilgili bilgileri bulup çıkartabilecektir. Ayrıca bu sistemler, kullanıcıların uzun veya kısa vadeli alakalarını, onlar için hangi olayların önemli olduğunu öğrenebilecek ve bilgiye ulaşımı buna göre yapacaktır. Bu sistemlerle etkileşim doğal dilde olacaktır.

Zeki Proje Yönetim Yardımcıları: Tasarım geliştirme, tasarım analizleri, proses planlama, imalat planlama ve iş sıralaması, imalat kontrolü gibi alanlarda uygulanmak üzere bilgi tabanlı yönetim sistemleri geliştirilecektir. Bu tür yardımcı sistemler iş dünyasında, hükümet işlerinde politikalar oluşturulmasında, bilimsel araştırmalarda ve mühendislikte kullanılacaktır.

Robot Timleri: Zeki araçlardan oluşan timler fabrikalarda veya askeri tesislerde gözetleme yapmak için geliştirilip kullanılabilir. Hareketli robotlar ise zehirli, yangın tehlikeli ve radyasyonlu ortamlarda yapılacak operasyonlarda kullanılabilir. Çevre temizliği, mayın temizleme, kurtarma operasyonları, yangın söndürme gibi alanlarda kullanılacak robot timleri geliştirilecektir. Ayrıca, ev işlerinde yardımcı robotlar geliştirilecektir. Büyük laboratuvar deneylerinde (mesela genetik araştırmalarda) kullanılacak sistemler geliştirilecektir.

6. Sonuç

Bu yazımızda yapay zekanın tarihçesini, günümüzdeki durumunu ve yapay zekanın geleceğine ait öngörülerini özet olarak sunmaya çalıştık.

Referanslar

A Report to ARPA on Twenty First Century Intelligent Systems. *AI Magazine*, Fall 1994, s. 10-20.

Feigenbaum, E.A., Buchanan, B.G. and Lederberg, J. (1971). On generality and problem solving: A case study using the DENDRAL program. In *Machine Intelligence* (Vol. 6). Edinburgh: Edinburgh University Press.

Feigenbaum, E.A. (1989). An Interview. *Expert Systems*. 6 (2) s. 112-115.

Firebaugh, M.W. (1988). *Artificial Intelligence: A Knowledge-Based Approach*. Boston: PWS-Kent Publishing Co.

Hendrickson, J.B. (1997). The application of computers to generate organic syntheses. *The Knowledge Engineering Review*, 12, s. 369-386.

Kocabaş, Ş. (1991). Conflict resolution as discovery in particle physics. *Machine Learning*, 6, s. 277-309.

Kocabaş, Ş., Öztemel, E., Uludağ, M. & Koç, N. (1996). Design of a DIS Agent: The AISim System. In *Proceedings of the Sixth Computer Generated Forces and Behavioral Representation*, s. 119-124.

Kocabaş, Ş. & Langley, P. (2000). Computer generation of process explanations in nuclear astrophysics. *International Journal of Human-Computer Studies*, 53, s.1149-1164.

Kocabaş, Ş. (2001). Automated formulation of reactions and Pathways in nuclear astrophysics: New results. In: *Proceedings of the Fourth International Conference on Discovery Science*. November 25-28, Washington. D.C. (s. 170-181).

Kocabaş, S. & Langley, P. (2001). An Integrated Framework for Extended Discovery in Particle Physics. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Discovery Science*. November 25-28, Washington. D.C. (s. 182-195).

Langley, P., Simon, H.A., Bradshaw, G.L., Zytkow, J.M. (1987). *Scientific discovery: Computational explorations of the creative processes*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Lenat, D.B. (1979). On automated scientific theory formation: A case study using the AM program. In J. Hayes, D. Michie and L.I. Mikulich (Eds.) *Machine Intelligence 9*, (251-283). New York: Halstead.

Lenat, D.B. & Feigenbaum, E.A. (1987). On the thresholds of knowledge. In: *Proceedings of the Tenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, s. 1173-1182.

Lindsay, R.K., Buchanan, B.G., Feigenbaum, E.A. & Lederberg, J. (1980). *Applications of artificial intelligence for organic chemistry: The DENDRAL project*. New York: McGraw-Hill.

Rose, D. & Langley, P. (1986). Chemical discovery as belief revision. *Machine Learning*, 1, s. 423-451.

Russell, S. & Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey: Prentice Hall.

Şen, Z. (2002). *Üç Türk-İslam Bilim ve Düşünce Adamı*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.

Valdes-Perez, R. (1995). Some recent human-computer discoveries in science and what accounts for them. *AI Magazine*, Fall 1995, s. 37-44.