YAPAY ZEKA

Literatürde "Artificial Intelligence"olarak adlandırılan yapay zeka ilk bakışta herkese farklı bir şeyin çağrışımını yaptırmaktadır. Kimilerine göre, yapay zeka kavramı,insanoğlunun yerini alan elektro mekanik bir robotu çağrıştırmaktadır. Fakat bu alanla ilgili olan herkes,insanoğlu ile makinalar arasında kesin bir farklılığın olduğu bilincindedir. Bilgisayarlar hiçbir zaman insanoğlunun yaratıcılık,duygu ve mizacının benzeşimini aktarabilme becerisine sahip olamayacaktır. Bununla beraber,bilgisayarların belirli insan davranışlarını (nesneleri alma ve bunları belirli yerlere yerleştirme gibi) yapan makinalara yön vermesi ve belirli bir uzmanlık alanı ile ilgili(veri hesaplaması, tıbbi teşhis gibi) beşeri düşünme sürecinin benzeşimini yapan (simule eden)sistemlere beyin olma becerisine sahip olması mümkündür.

Yapay zeka (YZ) alanında önemli gelişmeler günümüzde sağlanmış olmakla beraber, araştırma düzeyi halen kuluçka safhasındadır. Her geçen gün, yapay zeka araştırmacıları yapay zekanın yeniden tanımlanmasına yardımcı olacak yeni icat ve yenilikler ortaya koymaktadır. Hatta bazıları bu gelişmelere bakarak YZ'nin tanımlanması imkansız muğlak bir kavram olduğunu bile söylemektedir. YZ konusunda yapılan çalışmaların her birisinin cevaptan daha çok yeni sorular ortaya koyduğu bile söylenebilir.8ununla ilgili olarak, MIT (Massachusette Technical University} araştırma grubunda YZ ile ilgili çalışmaların öncüsü olan Manvin Minsky YZ'nin " hareket eden bir ufuk " gibi olduğunu ifade etmektedir.

YZ konusundaki çalışmalar 1960'lardan beri gündemde olmasına karşın YZ uygulamalarının muazzam boyutta bilgisayar gücüne ihtiyaç duymasından dolayı araştırmacıların çoğunun bu alanda yeni bir şey ortaya koyma gayreti sonuçsuz kalmıştır.

Ancak günümüzde bilgisayar teknolojisinde yaşanan gelişmelerin sagladigi ucuz ve güçlü bilgisayarlar sayesinde YZ alaninda büyük ölçekli araştirma yapabilmek ekonomik açidan mümkün hale gelebilmiştir. Bunun sonucu olarak,YZ' nin bir alt alani olan uzman sistemler (expert systems) konusunda daha şimdiden önemli gelişmeler saglanmiş olup, iş aleminin karar verme sürecinde uzman sistemlerden önemli ölçüde yararlandigi gözlenmektedir.

YAPAY ZEKA TÜRLERİ

Yapay zeka konusundaki araştirmalar şu gruplar altinda toplanabilir.

*Bilgiye dayalı yapay zeka ve uzman sistemler

*Doğal diller (bilgisayar ile doğrudan iletişim)

*Beşeri algilama yeteneklerinin simülasyonu (görme, konuşma,işitme, koklama vs.)

*Robotikler (rutin, kirli ve tehlikeli işler için kullanilan robotikler}

Bilgi Tabanlı Yapay Zeka ve Uzman Sistemler

Bilgi tabanlı yapay zeka sistemi, belli bir uygulama alanına (bilgisayar onarımı gibi)

ilişkin pratik çözüm veya yordamlama bilgilerinden (sezgi, yargi ve çikarimlar) oluşmuş bir bilgi tabanina dayali olarak çalişir. Insanlarin kendilerine ait bilgi tabani sistemindeki EGER- 0 ZAMAN (IF-THEN) kurallarini kullanarak belirli sorulari çöze kabiliyeti bu yapay zeka türüne ilham kaynagi olmuştur. Bilgi tabanli sistemlerin en gelişmiş örnegi uzman sistemlerdir. Belli bir soruna ilişkin uzmanlik bilgileri bir uzman sistemin bilgi tabanina yerleştirildikten sonra kullanicilarin bu bilgiden yararlanmak amaciyla uzman sistemle kurdugu iletişim bir uzman şahisla kurulan iletişimin bir benzeri olacaktir. Sorun çözülene kadar kullanici ile bilgisayar tabanli uzman sistem arasinda karşilikli soru-cevap türünde bir iletişim oluşur. Yillik vergi iadesi formunun hazirlanmasinda bireylere yardimci olmak üzere hazirlanan "DAN" isimli yazilim, bilgi tabanli sisteme güzel bir örnektir. Sistem kullanicinin veri girmesine yol gösterici olacak bir vergi iadesi formunu içermektedir.

Girilen verilere bagli olarak gerekli olan hesaplamalar sistem tarafindan otomatikman yapilmaktadir. Elde edilen çikti dogrudan resmi makamlara sunulabilecek formatta oldugundan,herhangi bir uzmanin yardimina gereksinim duyulmadan vergi iadesi formu bireylerce hazirlanabilmektedir. DAN vergi yasalarindaki degişikliklere bagli olarak her yil yeniden gözden geçirilmekte ve gerekli degişiklikler yapilmaktadir.

Normal yazılımlardan DAN'ın farkı, DAN'da içerilen "Ask DAN (DAN'a sor)"ve "Checklist (Kontrol listesi)" sistemleridir. "Ask DAN", bir vergi uzmanının bilgisayarlaştırılmış bir biçimi olup, kullanıcı ile soru-cevap şeklinde bir iletişim kurarak ona yardımcı olan bir sistemdir. Dan isimli bir vergi uzmanından bilgi tabanının yaratılmasında istifade edildiğinden dolayı bu sisteme alan uzmanın adı olan "DAN" ismi verilmiştir. Kontrol listesi sistemi ise kullanıcıya bazı hususları belirleme açısından sorular sorar. Örneğin, ne kadar gelir beyan edilmeli; hangi muafiyetler kullanılmalı vb. gibi vergi iadesi formunun hazırlanması açısından gerekli olan cevaplar bu yazılımla belirlenmektedir. Askeri alanda da bilgi tabanlı sistemlerden yararlanmak mümkündür. Örneğin karar verme durumunun karmaşık buna karşın karar verme mantığının belli bir kural hiyerarşisine dönüştürebileceği uzmanlık alanlarında eğer bilgi tabanlı sistemden yararlanmak ekonomik ise böylesi sistemler ihtiyaca

bağlı olarak yaratılabilir S-1, S-2, S-3 ve S-4 faaliyetlerinde bilgi tabanlı sistemlerin yakın gelecekte önemli bir rol oynayacağı beklenmelidir.

Doğal Diller

Doğal diller nihai kullanıcının doğal dili ile (ingilizce gibi) bilgisayarla iletişim kurmasını sağlayan yazılımlar için kullanılan isimdir. Doğa1 dil yazılımlarındaki nihai amaç, geleneksel program dillerinde kullanılan komutlara olan gereksinimi ortadan kaldırmaktır. Fakat halen uygulamada gelinen nokta tatmin edici düzeyde değildir. Şu anda piyasada kullanılan doğal dillerin çoğu kullanıcının bir uzman sistem ya da veri tabanı ile iletişimini sağlamaktan öte bir fonksiyon görememektedir. Yine de, bilgi işleminin sınırlı olduğu bazı alanlarda doğal dil uygulamasının oldukça başarılı olduğu gözlenmektedir. Örneğin insan kaynakları ve satın alma ile ilgili araştırma ve rapor hazırlama faaliyetlerinde doğal dil uygulaması oldukça gelişmiş düzeyde olup kullanıcı normal ingilizce konuşur gibi bilgisayar ile iletişim kurabilmektedir.

örneğin aşağıdaki sorunun kullanıcı tarafından sorulduğunu varsayalım:

Yukarıdaki örnekte "nedir ?" kelimesi uygulama komutu olan"DİSPLAY"e (Göster) doğal dil yazılımı vasıtasıyla dönüştürülecektir. Diğer kelimeler de benzeri şekilde doğal dil yazılımıyla yorumlanarak uygulama komutlarına dönüştürülür. Eğer kullanıcının isteği sistem tarafından anlaşılamazsa, doğal dil yazılımı muğlak olan noktaları sorarak isteği anlama çabasını devam ettirir. Örneğin sistem "Nedir?" ifadesini anlamamışsa, "Nedir? ' i anlayamadım"der ve bunun anlamının ne olduğunu uygulama

sözlüğünde yer alan benzeri komutları ya da ifadeleri sıralayarak kullanıcıya bunlardan hangisinin " Nedir?" ile aynı anlamda olduğunu sorar. Gelen cevaba göre süreç devam eder.

İnsan Algılama Yeteneklerinin Simülasyonu

Bu yapay zeka türü, insani yeteneklerin simülasyonu ile ilgili olup bilgisayar sistemlerini görme, işitme,konuşma ve hissetme (dokunma) yetenekleri ile donatma çabasindadir. Bu yapay zeka yeteneklerini bugünün teknolojisini kullanarak belirli ölçüde gerçekleştirmek olasi gözükmektedir. Insan algilama yeteneklerine sahip bilgisayarlar tipki insanlar gibi çevre ile iletişim kurma becerisine sahip olabilmektedir. Aşagida buna bazi örnekler verilmektedir.

Konuşma ; Ses cevap Üniteleri

Şayet uluslararasi veya şehirlerarasi bir telefon numarasini aramişsaniz, "Aradiginiz numara kullanimda degildir" veya tam otomatik bir arabaya binmişseniz "Emniyet kemerinizi takiniz" gibi sözel mesajlara şahit olmuşsunuzdur. Bu mesajlar konuşma makinelerinin ses cevap ünitelerinden gelen mesajlardir. Iki ayri ses cevap ünitesi türü vardir; birinci tür bir insan sesinin kaydini kullanirken digeri bir konuşma synthesizer'indan yararlanir. Birinci tür, kullanici tarafindan kasete önceden kaydedilmiş kelime, cümle, müzik, alarm gibi kayitlardan çiktiyi seçer. Bu ses cevap ünitelerinde, sesin

gerçek analog boyutlari dijital verilere çevirerek bir hafiza yongasina sürekli kullanilacak biçimde yüklenir. Çikti alinirken ise, seçilen ses tekrar analog hale dönüştürülür. Bu tür yongalar belirli kullanim alanlari için seri üretim teknolojisiyle üretilmektedir. örnegin mikrofonlar, yangin alarm cihazlari, asansörler,alarm saatleri, otomobil uyari sistemleri,video oyunlari gibi cihaz ve arabalarda kullanilan ses cevap üniteleri bu gruba girer.

Konuşma Synthesizer'lari ise ham veriyi elektronik olarak üretilmiş konuşmalara dönüştürür. Bunun için de, bu cihazlar konuşmayi oluşturan temel ses birimlerine benzer sesleri bir arada kullanmaya çalişir. Bir konuşma Synthesizer'i en az 64 temel sesi üretebilme kapasitesine sahiptir. Günümüz teknolojisi ile bunu sinirli sayida cümle için yapabilmek söz konusu ise de bu teknolojinin kullanim alani gittikçe gelişmektedir. Örnegin, bugün okuyucu bir kitabi tarayarak ham verileri elde etmekte ve daha sonra konuşma synthesizer'i bu ham verileri görme özürlü insanlarin istifadesine sunmak için konuşma haline getirmektedir. Diger bir uygulama ise, konuşma özürlü çocuklar için geliştirilmiş sistemdir. Bu cihaz vasitasi ile bu çocuklar çevreleri ile konuşma imkani elde edebilmektedir. Bu uygulama alanlarinin daha da gelişecegi açiktir. Beklenildiginin aksine, bu tür cihazlar nispeten ucuz olup, bu açidan yakin gelecekte kişisel bilgisayarlarda da kullanim alani bulacagi tahmin edilebilir.

İşitme ; Ses Tanımı

Bilgisayarlar büyük konuşmacidirlar ama iyi bir dinleyici degildirler. Bilgisayarlarin çok dogal olan sesleri yanliş algilamasi olagan bir şeydir. Bununla birlikte, ses tanimanin birtakim uygulamalari da mevcuttur. örnegin, satiş elemanlarinin telefonla bilgisayari arayip, müşteri ve sipariş numaralari ile sipariş miktarlarini bilgisayara girmesi bugünün teknolojisi ile mümkündür. Havaalanlarinda bagaj yükleme biriminde çalişan elemanlarin üç harften oluşan variş adresini (örnegin,Los Angeles International için "L-A-X" harfleri) sözel olarak ifade etmesi ve bagajin sistem tarafindan bu sese göre uygun konveyöre gönderilmesi bugünün uygulamalarindan bir tanesidir.

Bu sistem şu şekilde çalişmaktadir. Kişi mikrofona konuştugunda her ses parçalara ayriştirilir ve frekanslari bulunur. Her frekanstaki ses dijital hale getirilerek bilgisayarin elektronik sözlügünde yer alan formatla karşilaştirilir. Dijital format bilgisayarin 1 ve 0 olarak yorumladigi ve depoladigi bir formattir. Ses tanimada, veri tabaninin yaratilmasi sürecine egitim denir. Çogu ses tanima sistemleri konuşmaciya bagimlidir, yani, ancak belli konuşmacilarin sesi sistem tarafindan taninabilmektedir. Bu nedenle,sistemi kullanan her kişi için ayri bir kelime veri tabaninin yaratilmasi gerekmektedir. Bu veri tabanini oluşturma sürecinde, sistemi kullanan kişinin sistemin her kelimeyi dogru anlamasini saglamak açisindan her kelimeyi en azindan 20 defa tekrarlamasi gerekmektedir. Yani bir anlamda,bilgisayari egitmek gerekmektedir. Bu egitim gerçekten de zorunludur. Çünkü nadiren bir kelimeyi farkli zamanlarda ayni şekilde ifade ederiz. Dolayisiyla bilgisayarin bu farkli

ifadelere aliştirilmasi gerekmektedir. Konuşmacidan bagimsiz sistemler ise, "evet", "hayir" ve 10 haneli rakamlardan oluşmuş çok sinirli bir sözcüge sahip bulunmaktadir. Sözlügü kisitli olmasina karşin bu sistemlerin egitim gerektirmemesi, sistemin herkes tarafindan kullanilmasini mümkün kilmaktadir.

Görme : Görsel Sistemler

Görme, simülasyonu en zor olan insan algılama becerisidir. Örneğin, bir bilgisayarın bir insan gibi bir nesneyi görmesi ve onu yorumlaması mümkün değildir. Bilgisayara görüş kazandırmak için bir kameradan yararlanılır. Kamera aracılığıyla veri tabanı yaratmak için gerekli olan girdiler elde edilir. Bir görsel sistem kamera desteğiyle yorumlanması istenen nesnenin standart halini dijital hale getirir ve bu dijital hale getirilmiş nesnelerin görüntüsü veri tabanına yüklenir. Daha sonra dijital sistem çalışırken, kamera görüntüyü dijital çeviriciye gönderir. Dijital hale getirilmiş bu görüntü bilgisayarın veri tabanındaki önceden kaydedilmiş dijital görüntüler ile karşılaştırılır. Bu kıyaslama neticesinde sistem nesneyi tanır. Aşağıdaki şekilde benzeri bir prensiple çalışan bir sistemin yapısı gösterilmektedir. Görsel sistemleri ancak birkaç görüntünün (imajın) yer alabildiği özel durumlar için kullanmak mümkündür. Bu durumların ortak özelliği, basit ve monoton olmasıdır.

örneğin kalite kontrol durumu basit ve monoton bir olaydır.

Robotikler

Robotikler bilgisayarlar ile endüstriyel robotların uyumlu bir bütünleşmesidir. Endüstriyel robotlara bilgisayarlar yardımıyla herhangi bir rutin hareketin nasıl yapılacağını öğretmek mümkündür. Örneğin; araba boyama,vida sıkma,malzeme taşıma ve hatta kusurlu parçaları tespit etme gibi daha karmaşık davranışları yapan robotikleri günümüzde görmek mümkündür. Yapay zekanın en büyük ticari haşarıyı elde ettiği alan robotik alanıdır. Genel inancın aksine, robotikler bilim-kurgu filmlerinde görülen robotlardan gerek görünüm gerekse işlev açısından oldukça farklıdır. Endüstriyel robotların, günümüzde en fazla kullanılanı ise bir bilgisayar tarafından kontrol edilen bir mekanik koldur. Manipulatör olarak da adlandırılan bu kol bir insan kolunun yapabileceği çoğu hareketi yapabilme becerisine sahiptir. Endüstriyel robotlar daha ziyade tekdüze işler için uygundur. ,Örneğin, ağır yüklerin taşınmasında ve tehlikeli işlerin yapılmasında endüstriyel robotlardan yararlanmak iyi bir strateji olabilir. Bu tür tehlikeli ve ağır tekdüze işler hemen her iş alanında mevcuttur. Günümüzde otomotiv sektörü robotlardan en fazla yararlanan sektördür. Bu sektörde robotlar daha çok boyama ve montaj işlemlerinde kullanılmaktadır. Elektronik sektörü bu konuda ikinciliği tutmaktadır. Elektronik devrelerin testi ve yongaların yerleştirilmesi işlemlerinde robotlardan istifade edilmektedir. Bugün,artık cerrahi de bile robotlar kullanılabilmektedir. örneğin, bir beyin cerrahına yardımcı olan robotları hasta hanelerde görmek mümkündür. Robotlar büyük bir doğruluk yüzdesi ile biyopsi yapabilmekte ve böylece ameliyatın daha hızlı, daha doğru ve daha güvenli yapılmasını sağlamaktadır. Robotlara işin nasıl yapılacağı bilgisayar tarafından öğretilir. Bir bilgisayar programı ile

robotları kontrol etmek mümkündür. Bu program robota hareketin zamanı, yönü, mesafesi gibi konularda komut veren bir programdır. Bir kere programlandıktan sonra,robotların hareketlerini kontrol etmeye

fazla ihtiyaç yoktur. 0 artık işini büyük bir titizlikle herhangi bir şey talep etmeden (yeme,içme gibi) yapmaya devam edecektir. Robotlar konusunda görülen bir diğer gelişme ise, robotlara bazı beşeri algılama becerisini yerleştirmektir. Daha önce açıklanan robotlar beşeri algılama becerilerine sahip olmadıklarından dolayı ancak tekdüze işleri yapma becerisine sahiptirler ve bu yüzden de bu tür robotlara "seç ve yerleştir" robotları denmektedir. Eğer bu robotlara görme, işitme, konuşma gibi beşeri algılama becerileri kazandırılırsa, bu robotların insan gibi davranması ve böylece bu robotlara akıllı denmesi de mümkün olabilecektir. Bugünkü teknoloji ile bir robotu görsel bir alt sistemle teçhiz edip, robotun belli standarttaki bir nesneden farklı nesneleri ayırt etmesi sağlanabilir. Doğal olarak, görsel sistem teknolojisindeki gelişmeler devam ettiği müddetçe, robotların tıpkı bir insan gibi işyerinde dolaşması da mümkün olabilecektir. Sonuç olarak, robot teknolojisindeki

gelişmeler bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz kimi sahneleri gerçek hale getirecek gibi görünmektedir. Bu noktada, robotların işçi çıkarımına yol açacağı ve işsizlik sorununu yaratacağı konusunda kuşkular da bulunmaktadır. Fakat iktisadi hayatta yaşanan gerçekler bu kuşkunun ne denli yersiz olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çünkü robot teknolojisinin gelişmesiyle yeni iş alanları doğmuştur. Robotların tasarımını, üretimini, satışını, montajını, programını, tamirini ve bakımını yapan insan gücüne ihtiyaç doğmuştur. Ayrıca robotlar maliyetlerde düşüş yaratarak, bazı işletmeleri iflas etmekten de kurtarmıştır. ABD'de bazı sendikaların işletmenin iflas etmesini ve işçilerin işini

kaybetmesini önlemek için işverenin robot teknolojisini kullanmasına sıcak baktığı şeklindeki bazı haberler basında yer almaktadır. Dolayısıyla robot teknolojisi verimliliği arttırdığı müddetçe kullanılmaya devam edecek ve bu verimlilik artışı toplumun genelinde de bir refah artışı meydana getirecektir.

Yapay Zekanın Pazarlanması

1960'lardan itibaren bilim adamları düşünen makinaları oluşturma üzerinde zihin yorarken, yaptıkları işin müşteri bulup bulmayacağı konusunu pek önemsemediler. Örneğin,YZ nin ilk yıllarında, çoğu araştırmacı santraç yazılımı geliştirme üzerinde çalıştı. İlk santraç programlarının amacı kişilerin santraç oynama becerilerini bilgisayarınki ile kıyaslamasına imkan sağlamaktı. İlk santraç programları normal bir oyuncu ile baş edebilirken, bugünün programları büyük ustalarla başa çıkabilmektedir. Ticari açıdan değeri tartışmalı olmakla beraber bu alandaki araştırmalar bilim adamlarına insanın düşünce sisteminin daha iyi anlaşılmasında ve bu sürecin bilgisayarlar ve yazılımlar tarafından nasıl taklit edilmesi konusunda oldukça yararları olmuştur. 1960 ve 1970'li yıllarda, basit bir yapay zeka uygulamasını yapmak için milyonlarca dolar değerinde bilgisayar gerekiyordu. Fakat 1980'li yıllarda bilgisayar teknolojisinde sağlanan gelişmelerin sonucu olarak yapay zeka uygulamalarını

kişisel bilgisayarlar ile ucuza yapabilmek mümkün olmuştur. Bunun sonucunda,1960'li yıllarda birdenbire çok sayıda YZ işletmesi ortaya çıktı.

Birkaç yıl öncesine kadar, yapay zeka bilgisayar ve Yönetim Bilgi Sistemi (YBS) sektörlerinin gözdesi konumundaydı. Hemen hemen bu sektördeki her işletme aşırı zarar etmesine karşın, yatırımcılar kârın patlama yapacağı günlerin yakın olduğu konusundaki inançlarını devam ettirdiler. Fakat ağır zararla kapanan birbirini takip eden yıllar bu işletmelerin çoğunun iflas etmesine yol açtı. Gerçek bir kere daha yüzünü göstermişti. "insanlar kâr etmelerine Yardımcı olmayan programları alma konusunda istekli değillerdi." YZ araştırmacıları önce çözüm daha sonra sorun bulma yönteminin kârlı olmadığını yaşayarak öğrenmişlerdi. YZ işletmeleri piyasanın taleplerine cevap vermekten ziyade belli bir teknolojiyi zorla kabul ettirme stratejisini takip etmekle suçlanmaya başlayınca müşteri isteklerini ön plana almaya başladılar. 1987'den itibaren ayakta kalan işletmeler potansiyel müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayan ürünler üzerine enerjilerini yoğunlaştırmaya başladı.

YZ işletme yöneticileri, ticari yaşamda ayakta kalabilme yolunun verimliligi arttiran ya da karar verme sürecine yardimci olan ürünleri üretmekten geçtigini yaşayarak ögrenmişti...

BİLGİ TABANLI VE UZMAN SİSTEMLER

Günümüzün bilgisayarları muazzam işlem yapma kapasitesine sahip olmasına karşın, ne yazık ki öğrenme becerisine sahip değildir. Yapay zeka araştırmalarının bir kolu olan bilgi tabanlı sistemler bu

olguyu değiştirmeye çalışmaktadır. YZ araştırmacıları bilgi tabanlı sistemlere iki temel beceriyi kazandırmayı amaçlamaktadır:

1. İnsan muhakeme sistemini taklit edebilme,

2. öğrenebilme,

Bugünün çoğu bilgi tabanlı sistemi insan muhakeme sistemini taklit edebilmekle beraber öğrenebilme becerisi yönünden istenen düzeye gelebilmesi daha birkaç yıllık araştırmayı gerektirmektedir.

BİLGİ-TABANLI SİSTEMLER

EĞER-0 ZAMAN kurallarının belli bir problemi çözmek amacıyla önceden bilgisayara yerleştirildiği sisteme bilgi-tabanlı sistem denir. örneğin bir hastanın hastalığının teşhisi için geliştirilmiş "eğer-o zaman" kuralları bilgisayara yüklenip, bu kurallardan oluşmuş programla hastalık teşhis edilebiliyorsa bu sisteme bilgi-tabanlı sistem denilebilir. YBS ve karar destek sistemleri gibi bilgi tabanlı sistemler de gerçek bilgilere dayalı olup ayrıca onlardan farklı olarak yordamlama (höristik) bilgileri olan sezgi, yargı ve çıkarımdan da istifade etmeye çalışır. Hem gerçek bilgiler hem de yordamlama bilgileri belli

bir alanda uzman olan "alan uzmanından" elde edilir. Bilgi- tabanlı sistem bu insan destekli bilgiyi belirli bir uzmanlık alanındaki insan düşünce sürecini örnek; almak için kullanır. Bu iş bir kere başarıldıktan sonra bilgi-tabanlı sistem çok bilgili bir karar verici kişinin mantığına yakın bir performans gösterebilir.

UZMAN SİSTEMLER

Uzman Sistem Nedir?

Uygulamada,"uzman sistemler" ve "bilgi-tabanlı sistemler" aynı anlamda kullanılan terimlerdir. Teknik açıdan bakıldığında ise, uzman sistem bir bilgi-tabanlı sistemin en gelişmiş biçimidir. Bir uzman sistem sorulara cevap veren, açıklık getirmek için soru soran,tavsiyelerde bulunan ve karar verme sürecine yardımcı olan diyaloğa açık bir sistemdir. Daha az gelişmiş bilgi-tabanlı sistemlere ise yardımcı sistemler denilmektedir. Yardımcı sistem, kullanıcının göreceli olarak basit nitelikteki kararları vermesine yardımcı olan bir sistemdir. Yardımcı sistemler nihai kullanıcının belirli bir sorunu çözmekten ziyade muhakeme sürecinde yapabileceği bir hata olasılığını azaltma amacını gütmektedir. Uzman sistemleri, yardımcı sistemleri ve bunların arasındaki herhangi bir sistemi geliştirmek için ihtiyaç duyulan teknoloji aynı teknolojidir. Bu yüzden yukarıda bahsedilen kavram kargaşası ortaya çıkmaktadır. Uzman sistemler insan düşünce sürecini taklit etmeye çalışır, muhakeme

edebilir,çıkarımda ve yargıda bulunabilir. Günümüzde uzman sistemler değişik bilim dallarında karar vermeye yardımcı olarak kullanılmaktadır. Örneğin,tıbbi teşhiste,petrol araştırmasında,finansal planlamada, vergi hesaplamada,kimyasal analizde,cerrahide,lokomotif onarımında,hava tahmininde, bilgisayar tamiratında, uydu onarımında, bilgisayar sistemlerinin tasarımında, nükleer santrallerin işletilmesinde,devlet yasalarını yorumlamada ve daha nice alanlarda etkin bir biçimde kullanılmaktadır.

Uzman Sistemlerin Sağladığı Faydalar

Uzman sistemlerin sağladığı faydalar diğer karar destek ve yönetim bilgi sistemlerinden biraz daha farklıdır.

* Uzman sistemler uzman şahislarin bilgisini yeri gelince kullanmak üzere depolanmasina imkan verir. Belli bir uzman şahsin konusu ile ilgili sahip oldugu bilgileri uzman sistem olarak kullanmak mümkündür. Örnegin bir iş yerinde alaniyla ilgili tercüman olan bir şahsin o işten emekli olmasi işletme açisindan büyük sorun yaratmasi bekleniyorsa, bu şahsin sahip oldugu bilgileri uzman sistem haline getirmek etkili bir çözüm olabilir.

* Bir tek uzman sistemden birden fazla kullanıcının yararlanması,mümkündür.

* Uzman sistemler karar vericilerin performans ve üretkenliğini arttırır.

* Uzman sistemler belli bir konu ile ilgili karar verme sürecinde insanların aksine istikrarlı ve tutarlıdır. Yani,uzman sistem belli bir karar verme durumunda her zaman aynı bilgiyi verir.

* Uzman sistemler kritik şahislara olan bagimliligi azaltir. Insanlar emekli olabilir, hasta düşebilir, izne çikabilir veya işten ayrilabilir. Bilgisayarlar ise çay molasi bile istemez. Onlardan her zaman yararlanmak mümkündür.

* Uzman sistemlerden karar vericileri eğitmek üzere de istifade etmek mümkündür.

Uzman sistemler ile karar destek sistemleri {PERT ve CPM yazılımları gibi) arasındaki diğer farklılıklar aşağıda özetlenmiştir.

Nitelikler Karar Destek Sistem Uzman Sistem

Amaçlar Karar vericiye yardımcı olmak Bir uzmanın yerini almak.

Kim karar verir? Karar verici şahis ya da sistem Sistem

Temel hedef Karar verme Bireysel uzmanlığı sisteme

transfer etme

Temel yönlendirme Karar verici bilgisayarı Bilgisayar karar

istikameti yönlendirir. vericiyi yönlendirir.

Desteğin kapsamı Birey,grup ya da kurum Birey Ya da gruplar

Veri işleme yöntemi Rakamsal (Nümerik) Sembolik (Genelde)

Problem alanının Karmaşık ve geniş Dar

niteliği

Problemin türü Özel, tekrarı az olan Sürekli ortaya çıkan sorun

Veri tabanının içeriği İşlemsel süreçle ilgili İşlemsel süreçle ilgili

bilgi yok bilgi var

Muhakeme yeteneği Yok Var ama sınırlı

Açıklama getirme Sınırlı Var

yeteneği

Uzman Sistemlerden Hangi Koşullarda Yararlanılmalı

Uzman sistemler ancak gerekli olduğu zamanlarda kullanılmalıdır. Bazı işletmelerin bulunduğu koşullar, uzman sistemin kullanılmasını gerek maliyet gerekse sağlanan faydanın önemsiz olması Yüzünden haklı kılmayabilir. Uzman sistemlerden ancak bu koşullar altında yararlanılması tavsiye edilmektedir:

* İşin tekdüzeliğine bağlı olarak uzman sistemin sık sık kullanılmasına gereksinim duyuluyorsa ve kullanıcı sayısı uzman sistemin kullanılmasını maliyet boyutunda ekonomik kılacak kadar fazla sayıda ise,

* Karar verme durumu karmaşiksa(basit durumlar için basit bir bilgisayar programindan da

yararlanılabilir.)

* Karar verme mantığı bir kural hiyerarşisine dönüştürülebiliyorsa

* Uygulama öneri,sınıflama,teşhis,yorum,açıklama,çözüm yolu seçme, durumu değerlendirmede tahmin etme üzerinde yoğunlaşıyorsa,

Uzman Sistemin Yapısı

Bir uzman sistemin yapısı,uzman sistem bilgi elde etme ünitesi, bilgi tabanı,çıkarım sistemi ve kullanıcı ile iletişim ünitesinden oluşur.

BİLGİ ELDE ETME ÜNİTESİ: Bu ünite bilgi tabanını oluşturan birimdir. Bilgi tabanı bir bilgi mühendisi ile bir veya birden fazla konu ile ilgili uzman şahsın(alan uzmanı)koordineli çalışması sonucunda yaratılır. Bilgi mühendisi, uzman sistemin çalışma esası ve mülakat teknikleri konusunda eğitim görmüş bir insandır. Başlangıç görüşmelerinde alan uzmanı belirli bir sorunun nasıl çözülmesi konusunda bildiği her şeyi bilgi mühendisine anlatır. Başlangıçta yapılan mülakatların sonucunda elde edilen bilgiler genellikle elastik ve sistemsizdir. İkinci aşamada, bilgi mühendisi alan uzmanını iş yerinde gözlemler ve bu esnada da daha fazla bilgi almak ve mevcut kuralların yeterli ve doğru olduğunu teyit etmek için alan uzmanına sürekli soru sorar. Bu aşama genelde bir yıl kadar uzun sürer. Bilgi mühendisi alan uzmanının konu ile ilgili tespit ve kurallar setini uzman sisteme bilgi tabanı olarak aktarmaya çalışır. Bilgi tabanındaki bilgiler EĞER-0 ZAMAN kuralları şeklinde yer alır.

* "Eğer" bölümü durumu açıklar,

* "0 zaman" bölümü sonuç veya amacı izah eder.

Bilgi tabanında yer alan bir kurala şöyle bir örnek verebiliriz: "Eğer bir müşterinin aylık geliri bankaya yapılan aylık ödemenin 3 katından daha az ise, o zaman müşterinin kredi geçmişini incele". Sonuçta, elde edilen bilgi tabanı öyle bir kural seti olacaktır ki, bunu doğrudan iletmenin veri tabanından veya uygulamada kullanılan kurallardan müşahide etmek mümkün değildir.

BİLGİ TABANI: Bilgi tabanı veri tabanından farklı bir kavramdır. Klasik veri

tabanının konusu öğeler arasındaki durağan ilişkiler ile ilgili verilerdir. örneğin, bir

iş gören kaydi ile iş görenin işi ve ücreti alanlari arasinda sabit bir ilişki vardir. Öte

yandan bilgi tabanındaki bilgiler şu tür bilgilerden oluşur:

* Çözülecek problem ya da problemlerin belirlenmesi,

* Problem ya da problemlere çözüm yolları,

* Problemden çözüme doğru nasıl ilerlemeli (tespit ve kurallar seti aracılığıyla)

Bilgi tabanının içerdiği bilgiler zamanla yaşanan tecrübelere bağlı olarak artış gösterir. Bazı kurallar atılır yerine yenileri ikmal edilebilir.

ÇIKARIM SİSTEMİ:Çıkarım sistemi bir uzman sistemin çekirdeğidir. Bilgi tabanında yer alan tespit ve kuralların belli bir soruna tatbik edilmesini sağlayan araçtır. Bu sistemde uzman sisteme muhakeme yeteneği kazandırılır. Bu muhakeme gücü kullanıcıya bir mantık silsilesinin sunulması ile sağlanır ve böylece çözüme ulaşılır. Bir çıkarım sisteminin muhakeme becerisi ileri zincir ya da geri zincir çıkarım süresinin birlikte ya da tek başına kullanılması esasına dayanır. İleri zincirde, uzman sistem nihai kullanıcıdan bilgiler alır ve çözüme ulaşıncaya kadar bilgi tabanından duruma uygun kuralları sırası ile takip eder. Bu süreç esnasında sürekli olarak kullanıcı ile uzman sistem arasında iletişim vardır ve bu iletişim önceden yerleştirilmiş kurallar setinin oluşturduğu mantık silsilesine göre yürütülür. Geri zincir çıkarım sürecinde ise ileri zincirin tam zıttı bir yaklaşım kullanılır. Sistem nihai kullanıcıya istediği hedef ya da sonucu sorar ve daha sonra "Eğer-o zaman"

mantık silsilesine geri dönerek uzatılmak istenen hedef ya da sonucun doğru olup olmadığını araştırır. Eğer bilgi tabanındaki "Eğer-o zaman" kurallar seti hedef ya da sonuç ile uyuşuyorsa, kullanıcı tarafından saptanan hedef ya da sonuç, sorunun çözümü demektir.

KULLANICI İLE İLETİŞİM ÜNİTESİ:Yordamlama süreci biçimsel değildir, yani, bir sorunu çözmek için geliştirilmiş yazılı bir algoritma yoktur. Bir uzman sistem bir strateji ise yarattığı süreci kullanmaya devam eder. Sistemde yeni bir stratejiye dönüş seçeneği her zaman mevcuttur. Bu yordamlama süreci bu yüzden her zaman kullanıcı ile iletişime gereksinim duyar. Kullanıcı ile iletişim sayesinde nihai kullanıcı uzman sisteme sorunu ya da hedefi belirtir. Kullanıcı ile iletişim ünitesi aracılığıyla kullanıcı ile uzman sistem arasında iletişim kurulur ve böylece çözüme ulaşılmaya çalışılır.

Yapay zeka olarak adlandırılan alanda, araştırmacıların çabası muhakeme Yeteneği olan, bilgi üretebilen veya öğrenebilen, kendini daha iyiye götürme çabası olan ve beceri algılama ile mekanik yetenekleri taklit edebilen sistemleri geliştirmektir. Genel olarak, uzman sistemler, doğal diller, beşeri algılama yeteneklerinin simülasyonu ve robotikler olarak çalışmaların gruplandırıldığı yapay zeka alanında gelinen nokta, gelecekte yapılacak çalışmaları teşvik edici bir görünüm arz etmektedir. İleride, hemen hemen her uzmanlık alanında danışabileceğimiz ya da bir programlama diline ihtiyaç duymadan doğal dilimizle iletişim kurabileceğimiz bir bilgisayarı kullanabileceğimizi ya da görebilen,konuşa-bilen veya işitebilen bir robotun iş yerinde iş arkadaşımız olabileceğini söylemek kehanet olmasa gerekir...

KAYNAK : Planagement Informatıon Systems/LORRY LONG,1989

Günümüzdeki hızlı teknolojik gelişmeler, gündelik yaşantımızı olduğu kadar işletmeleri de büyük ölçüde etkilemektedir. İşletmeler bu gelişmenin ortaya çıkardığı ürünleri, üretim, planlama, kontrol vb. alanlarda kullanmaktadırlar. Çoğu zaman işletmeler, teknolojik gelişmeler karşısındaki hıza ayak uyduramamakta ve ileri teknolojileri kullanan rakipleri karşısında zorlanmaktadırlar. Özellikle son yıllarda bilgisayar bilimlerinde, yazılım ve donanım alanında çok hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Bilgisayar kullanımının hızla yaygınlaşması ve yeni ortaya çıkan yazılımların, daha üst seviyelerde donanıma ihtiyaç göstermesi ile yeni ürünlere olan talep de artmaktadır.

Bilgisayar bilimlerindeki bu ilerleme, insan gibi düşünen ve davranan sistemlerin geliştirilmesine yönelik olarak, 1950'li yıllardan beri sürmektedir. Yapay zeka olarak isimlendirilen bu alan, insan düşünme ve davranışlarını taklide yönelik olduğundan, nöroloji, psikoloji ve mühendislik gibi farklı disiplinleri kapsayan geniş bir alana yayılmıştır.

İnsan gibi düşünebilen ve davranabilen sistemlerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalarda bugün için gelinen nokta, henüz yapay zekanın tam olarak geliştirilememiş olmasıdır. Yapay zekanın yapılabilirliği üzerinde yapılan felsefi tartışmalar bir yana, düşüncenin salt fiziksel süreçlere indirgenebildiği kabul

edilse bile, henüz beynin tüm fonksiyonları tam olarak çözülemediğinden, bugün için yapılabilmesi henüz mümkün gözükmemektedir. Fakat konu üzerinde yapılan çalışmalar farklı alanlarda hızla devam etmektedir. Burada şunu da belirtmek gerekir ki, yapay zekanın yapılamayacağını savunanlar, konu üzerinde karşıt görüşlü araştırmacılar ile aynı araştırma ve geliştirme çalışmalarını yürütmektedirler. Çünkü her iki tür araştırmacının yapmaya çalıştıkları şey gözlemlenebilen nesnel olayların benzerini yapabilmektedir. Bu olayların, yani düşüncenin beyinde gözlenebilen fiziksel süreçlere indirgenerek bir algoritmasının oluşturulup oluşturulamayacağı felsefi bir yorumdur.

Yapay zeka disiplini altında onu destekleyen farklı alanlar bulunmaktadır. Teorik olarak yapay zeka yapılsa, onun fayda sağlayabilmek için gerçek dünya ile iletişim içinde olması gerekir, aynı insanın beş duyu organına sahip olduğu gibi. İşte robotik, bulanık mantık, sinirsel ağlar ve doğal arabirimler üzerinde yapılan çalışmalar, yapay zeka disiplinini bu alanlarda desteklemektedirler.

Bulanık mantık üzerinde yapılan çalışmalarla, sistemin insanlar gibi sembollerle düşünebilmesi, aynı zamanda eksik verilerle çalışabilmesinin alt yapısı hazırlanmaktadır. Sinirsel ağlar öğrenebilen sistemlerin temelini oluşturmaktadır. Robotik ile insan davranışlarının taklidi sağlanmakta, doğal arabirimlerle, sistemin çevre ile doğal bir şekilde karşılıklı ilişkiye girebilmesinin sağlanmasına çalışılmaktadır.

Bu farklı alanlarda yapılan çalışmaların ortaya çıkardığı teknolojik ürünler, işletmelerde de sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü ortaya çıkan ürünler, insan özelliklerinin sınırlı da olsa belli bir kısmına sahip olabildiğinden, belirli işlerde insanların yerine onlardan daha verimli olarak kullanılmaktadır. Bu ise yönetim açısından bakıldığında, işletme de verimlilik artışı ve hata oranları ve birtakım diğer masraflarda azalmalara sebep olduğundan oldukça önemlidir. Yönetim açısından aynı oranda dikkat gösterilmesi gereken nokta, yeni teknolojilerin kullanılabilmesine yönelik, çalışanların eğitilmeleri ve çalışanların gelişen teknolojiye uyumunun sağlanması konusudur. Yapay zeka konusunda temel bilgileri içeren bu sayfaların yayınlanması düşüncesi, yine bu sayfalarda okuyacağınız konuların araştırılması aşamasında bu konuda yeterli Türkçe kaynak bulunmadığını görmemizden doğdu. Evet, onlarca arama sitesinde, milyonlarca YZ ile ilgili doküman arasında yaptığımız araştırmalarda

parmakla sayılacak kadar az ve genelde temel anlamda bile bilgi içermeyen birkaç Türkçe doküman bulabildik. Sayfalarımızın bu konudaki boşluğu doldurduğunu iddia etmemekle birlikte, YZ konusunda daha geniş kapsamlı bilgilere ulaşılabilecek Türkçe içerikli sayfaların hazırlanması konusunda bir öncü olmasını diliyor, bilgiye önem veren herkesi selamlıyoruz.

Erhan ALTUNTAŞ email:e_altuntas@hotmail.com

Tuncay ÇELİK email:celik27@hotmail.com

1.Tanımı

Yapay zeka, insanın düşünme yapısını anlamak ve bunun benzerini ortaya çıkaracak bilgisayar işlemlerini geliştirmeye çalışmak olarak tanımlanır. Yani programlanmış bir bilgisayarın düşünme girişimidir. Daha geniş bir tanıma göre ise, yapay zeka, bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekasına özgü kapasitelerle donatılmış bilgisayarlardır.

2.Gelişim Süreci

Yapay zeka konusundaki ilk çalışma McCulloch ve Pitts tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacıların önerdiği, yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyoloji ve Turing'in hesaplama kuramına dayanıyordu. Her hangi bir hesaplanabilir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal "ve" ve "veya" işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini gösterdiler. Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi kazanabileceğini de ileri sürdüler. Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önerince, öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de olası hale gelmiştir. 1950'lerde Shannon ve Turing bilgisayarlar için satranç programları yazıyorlardı. İlk yapay sinir ağı temelli bilgisayar SNARC, MIT'de Minsky ve Edmonds tarafından 1951'de yapıldı. Çalışmalarını Princeton Üniversitesi'nde sürdüren Mc Carthy, Minsky, Shannon ve Rochester'le birlikte 1956 yılında

Dartmouth'da iki aylık bir workshop düzenledi. Bu toplantıda bir çok çalışmanın temelleri atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen Yapay zeka adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan Logic Theorist (Mantık kuramcısı) burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra Newell ve Simon, "insan gibi düşünme" yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan General Problem Solver (Genel sorun çözücü) 'ı geliştirmişlerdir. Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur. Bundan sonraki yıllarda mantık temelli çalışmalar egemen olmuş ve programların başarımlarını göstermek için bir takım yapay sorunlar ve dünyalar kullanılmıştır. Daha sonraları bu sorunlar gerçek yaşamı hiçbir şekilde temsil etmeyen oyuncak dünyalar olmakla suçlanmış ve yapay zekanın yalnızca bu alanlarda başarılı olabileceği ve gerçek

yaşamdaki sorunların çözümüne ölçeklenemeyeceği ileri sürülmüştür.

Geliştirilen programların gerçek sorunlarla karşılaşıldığında çok kötü bir başarım göstermesinin ardındaki temel neden, bu programların yalnızca sentetik bir şekilde çalışıp konu ile ilgili bilgileri kullanmamasıydı. Bu dönemin en ünlü programlarından Weizenbaum tarafından geliştirilen Eliza, karşısındaki ile sohbet edebiliyor gibi görünmesine karşın, yalnızca karşısındaki insanın cümleleri üzerinde bazı işlemler yapıyordu. İlk makine çevirisi çalışmaları sırasında benzeri yaklaşımlar kullanılıp çok gülünç çevirilerle karşılaşılınca bu çalışmaların desteklenmesi durdurulmuştur. Zeki davranışı üretmek için bu çalışmalarda kullanılan temel yapılardaki bazı önemli yetersizliklerin de ortaya

konmasıyla bir çok araştırmacılar çalışmalarını durdurdular. Buna en temel örnek, sinir ağları konusundaki çalışmaların Minsky ve Papert'in 1969'da yayınlanan Perceptrons adlı kitaplarında tek katmanlı algaçların bazı basit problemleri çözemeyeceğini gösterip aynı kısırlığın çok katmanlı algaçlarda da beklenilmesi gerektiğini söylemeleri ile bıçakla kesilmiş gibi durmasıdır. Her sorunu çözecek genel amaçlı program yerine belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle donatılmış programlar kullanma fikri yapay zeka alanında yeniden bir canlanmaya yol açtı. Kısa sürede uzman sistemler adı verilen bir metodoloji gelişti. Fakat burada çok sık rastlanan tipik bir durum, bir otomobilin tamiri için önerilerde bulunan uzman sistem programının otomobilin ne işe yaradığından haberi olmamasıydı. İnsanların iletişimde kullandıkları Türkçe, İngilizce gibi doğal dilleri anlayan bilgisayarlar konusundaki çalışmalar bu sıralarda hızlanmaya başladı. Doğal dil anlayan programların dünya hakkında genel bilgiye sahip olması ve bu bilgiyi kullanabilmek için genel bir metodolojisi olması gerektiği belirtilmekteydi. Uzman dizgelerin başarıları beraberinde ilk ticari uygulamaları da getirdi. Yapay zeka yavaş yavaş bir endüstri haline geliyordu. DEC tarafından kullanılan ve müşteri siparişlerine göre donanım seçimi yapan R1 adlı uzman sistem şirkete bir yılda 40 milyon dolarlık tasarruf sağlamıştı. Birden diğer ülkelerde yapay zekayı yeniden keşfettiler ve araştırmalara büyük kaynaklar ayrılmaya başlandı. 1988'de yapay zeka endüstrisinin cirosu 2 milyar dolara ulaşmıştı. Bütün bu çalışmaların sonunda yapay zeka araştırmacıları iki guruba ayrıldılar. Bir gurup insan gibi düşünen sistemler yapmak için çalışırken, diğer gurup ise rasyonel karar verebilen sistemler üretmeyi amaçlamaktaydı. Aşağıda bu yaklaşımları kısaca inceleyeceğiz.

İnsan gibi düşünen sistemler

İnsan gibi düşünen bir program üretmek için insanların nasıl düşündüğünü saptamak gerekir. Bu da psikolojik deneylerle yapılabilir. Yeterli sayıda deney yapıldıktan sonra elde edilen bilgilerle bir kuram oluşturulabilir. Daha sonra bu kurama dayanarak bilgisayar programı üretilebilir. Eğer programın giriş/çıkış ve zamanlama davranışı insanlarınkine eşse programın düzeneklerinden bazılarının insan beyninde de mevcut olabileceği söylenebilir. İnsan gibi düşünen sistemler üretmek bilişsel bilimin araştırma alanına girmektedir. Bu çalışmalarda asıl amaç genellikle insanın düşünme süreçlerini çözümlemede bilgisayar modellerini bir araç olarak kullanmaktır.

İnsan gibi davranan sistemler

Yapay zeka araştırmacılarının baştan beri ulaşmak istediği ideal, insan gibi davranan sistemler üretmektir. Turing zeki davranışı, bir sorgulayıcıyı kandıracak kadar bütün bilişsel görevlerde insan düzeyinde başarım göstermek olarak tanımlamıştır. Bunu ölçmek için de Turing testi olarak bilinen bir test önermiştir. Turing testinde denek, sorgulayıcıyla bir terminal aracılığıyla haberleşir. Eğer sorgulayıcı, deneğin insan mı yoksa bir bilgisayar mı olduğunu anlayamazsa denek Turing testini geçmiş sayılır.

Turing, testini tanımlarken zeka için bir insanın fiziksel benzetiminin gereksiz olduğunu düşündüğü için sorgulayıcıyla bilgisayar arasında doğrudan fiziksel temastan söz etmekten kaçınmıştır. Burada vurgulanması gereken nokta, bilgisayarda zeki davranışı üreten sürecin insan beynindeki süreçlerin modellenmesiyle elde edilebileceği gibi tamamen başka prensiplerden de hareket edilerek üretilmesinin olası olmasıdır.

Rasyonel düşünen sistemler

Bu sistemlerin temelinde mantık yer alır. Burada amaç çözülmesi istenen sorunu mantıksal bir gösterimle betimledikten sonra çıkarım kurallarını kullanarak çözümünü bulmaktır. Yapay zekada çok önemli bir yer tutan mantıkçı gelenek zeki sistemler üretmek için bu çeşit programlar üretmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşımı kullanarak gerçek sorunları çözmeye çalışınca iki önemli engel karşımıza çıkmaktadır. Mantık, formel bir dil kullanır. Gündelik yaşamdan kaynaklanan, çoğu kez de belirsizlik içeren bilgileri mantığın işleyebileceği bu dille göstermek hiç de kolay değildir. Bir başka güçlük de en ufak sorunların dışındaki sorunları çözerken kullanılması gerekecek bilgisayar kaynaklarının üstel olarak artmasıdır.

Rasyonel davranan sistemler

Amaçlara ulaşmak için inançlarına uygun davranan sistemlere rasyonel denir. Bir ajan algılayan ve harekette bulunan bir şeydir. Bu yaklaşımda yapay zeka, rasyonel ajanların incelenmesi ve oluşturulması olarak tanımlanmaktadır. Rasyonel bir ajan olmak için gerekli koşullardan biri de doğru çıkarımlar yapabilmek ve bu çıkarımların sonuçlarına göre harekete geçmektir. Ancak, yalnızca doğru çıkarım yapabilmek yeterli değildir. Çünkü bazı durumlarda doğruluğu ispatlanmış bir çözüm olmadığı halde gene de bir şey yapmak gerekebilir. Bunun yanında çıkarımdan kaynaklanmayan bazı rasyonel davranışlar da vardır. Örneğin, sıcak bir şeye değince insanın elini çekmesi bir refleks harekettir ve uzun düşünce süreçlerine girmeden yapılır. Bu yüzden yapay zekayı rasyonel ajan tasarımı olarak gören araştırmacılar, iki avantaj öne sürerler. Birincisi "düşünce yasaları" yaklaşımından daha genel olması, ikincisi ise bilimsel geliştirme yöntemlerinin uygulanmasına daha uygun olmasıdır.

Şimdi ise farklı disiplinler açısından yapay zeka yaklaşımları anlatılacaktır.

3.Yapay Zekaya Farklı Yaklaşımlar

1.Matematiksel Yaklaşım

Kaos teorisinin beynin üst düzey fonksiyonlarının modellenmesinde önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. İnsan beyni gibi bir fonksiyon üstlenmesine çalışılan bir sistemin tasarlanmasındaki çabalar için, kuşkusuz kaos teorisi çok önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü tasarılar ortaya konulacak modelleri temel almaktadır. Kaos teorisi, sayısal bilgisayarların ve onların çıktılarını çok kolay görülebilir hale getiren ekranların ortaya çıkmasıyla gelişti ve son on yıl içinde popülerlik kazandı. Ancak kaotik davranış gösteren sistemlerde kestirim yapmanın imkansızlığı bu popüler görüntüyle birleşince, bilim adamları konuya oldukça kuşkucu bir gözle bakmaya başladılar. Fakat son yıllarda kaos teorisinin ve onun bir uzantısı olan fraktal geometrinin, borsadan meteorolojiye, iletişimden tıbba, kimyadan mekaniğe kadar uzanan çok farklı dallarda önemli kullanım alanları bulması ile bu kuşkular giderek yok olmaktadır. Teoriye temel oluşturan matematiksel ve temel bilimsel bulgular,

18.yüzyıla, hatta bazı gözlemler antik çağlara kadar geri gidiyor. Yunan ve Çin mitolojilerinde yaradılış efsanelerinde başlangıçta bir kaosun olması rastlantı değil. Özellikle Çin mitolojisindeki kaosun, bugün bilimsel dilde tanımladığımız olgularla hayret verici bir benzerliği olduğunu görüyoruz. Batıda da daha sonraki dönemlerde bilim adamları tarafından karmaşık olgulara dair gözlemler yapılmıştır. Poincare, Weierstraas, von Koch, Cantor, Peano, Hausdorff, Besikoviç gibi çok üst düzey matematikçiler tarafından bu teorinin temel kavramları oluşturulmuştur. Karmaşık sistem teorisinin ardında yatan yaklaşımı felsefe, özellikle de bilim felsefesi açısından inceleyecek olursak, ortaya ilginç bir olgu çıkıyor. Aslında bugün pozitif bilim olarak nitelendirdiğimiz şey, batı uygarlığının ve düşünüş biçiminin

bir ürünüdür. Bu yaklaşımın en belirgin özelliği, analitik oluşu yani parçadan tüme yönelmesi (tümevarım). Genelde karmaşık problemleri çözmede kullanılan ve bazen çok iyi

sonuçlar veren bu yöntem gereğince, önce problem parçalanıyor ve ortaya çıkan daha basit alt problemler inceleniyor. Sonra, bu alt problemlerin çözümleri birleştirilerek, tüm problemin çözümü oluşturuluyor. Ancak bu yaklaşım görmezden gelerek ihmal ettiği parçalar arasındaki ilişkilerdir. Böyle bir sistem parçalandığında, bu ilişkiler yok oluyor ve parçaların tek tek çözümlerinin toplamı, asıl sistemin davranışını vermekten çok uzak olabiliyor. Tümevarım yaklaşımının tam tersi ise tümevarım, yani bütüne bakarak daha alt olgular hakkında çıkarsamalar yapmak. Genel anlamda tümevarımı Batı düşüncesinin, tümdengelimi Doğu düşüncesinin ürünü olarak nitelendirmek mümkündür. Kaos yada karmaşıklık teorisi ise, bu anlamda bir doğu-Batı sentezi olarak görülebilir. Çok yakın zamana kadar pozitif bilimlerin ilgilendiği alanlar doğrusallığın geçerli olduğu, daha doğrusu çok büyük hatalara yol açmadan varsayılabildiği alanlardır. Doğrusal bir sistemin girdisini x, çıktısını da y kabul

edersek, x ile y arasında doğrusal sistemlere özgü şu ilişkiler olacaktır:Eğer x1'e karşılık y1, x2'ye karşılık y2 elde ediyorsak, girdi olarak x1+x2 verdiğimizde, çıktı olarak y1+y2 elde ederiz. Bu özellikleri sağlayan sistemlere verilen karmaşık bir girdiyi parçalara ayırıp her birine karşılık gelen çıktıyı bulabilir, sonra bu çıktıların hepsini toplayarak karmaşık girdinin yanıtını elde edebiliriz. Ayrıca, doğrusal bir sistemin girdisini ölçerken yapacağımız ufak bir hata, çıktının hesabında da başlangıçtaki ölçüm hatasına orantılı bir hata verecektir. Halbuki doğrusal olmayan bir sistemde y'yi kestirmeye çalıştığımızda ortaya çıkacak hata, x'in ölçümündeki ufak hata ile orantılı olmayacak, çok daha ciddi sapma ve yanılmalara yol açacaktır. İşte bu özelliklerinden dolayı doğrusal olmayan sistemler kaotik

davranma potansiyelini içlerinde taşırlar. Kaos görüşünün getirdiği en önemli değişikliklerden biri ise, kestirilemez determinizmdir. Sistemin yapısını ne kadar iyi

modellersek modelleyelim, bir hata bile (Heisenberg belirsizlik kuralına göre çok ufak da olsa, mutlaka bir hata olacaktır), yapacağımız kestirmede tamamen yanlış sonuçlara yol açacaktır. Buna başlangıç koşullarına duyarlılık adı verilir ve bu özellikten dolayı sistem tamamen nedensel olarak çalıştığı halde uzun vadeli doğru bir kestirim mümkün olmaz. Bugünkü değerleri ne kadar iyi ölçersek ölçelim, 30 gün sonra saat 12'de hava sıcaklığının ne olacağını kestiremeyiz.

Kaos konusunda bu uzun girişten sonra konunun beyinle ilişkisine gelelim. Beynin fizik yapısı ve görünüşü fraktaldır. Bu yapı, beynin gerek evrimsel, gerekse canlının yaşamı sürecindeki gelişimin ürünüdür ki, bu gelişimin deterministik (genlerle belirli), ancak çevre ve başlangıç koşullarına son derece duyarlı, yani kaotik olduğu açıktır. Beynin yalnızca oluşumu değil, çalışma biçimi de kaotiktir. Beyni oluşturan inanılmaz

boyuttaki nöron ağının içinde bilgi akışı kaotik bir şekilde gerçekleşir. Kaotik davranışın tarama özelliği ve bunun getirdiği uyarlanırlık (adaptivite) sayesinde, beyin çok farklı durumlara uyum sağlar, çok farklı problemlere çözüm getirebilir, çok farklı fonksiyonları gerçekleştirir.

EEG sinyalleri üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki, sağlıklı bir insanın sinyalleri kaotik bir davranış gösterirken, epilepsi krizine girmiş bir hastanın sinyalleri çok daha düzenli, periyodik bir davranış sergilemektedir. Yani epilepsi krizindeki hastanın beyni, kendini tekrarlayan bir davranışa takılmış ve kaotik (yani sağlıklı) durumda sahip olduğu adaptivite özelliğini yitirmiştir. Bunun sonucu hasta, kriz sırasında en basit fonksiyonlarını bile yerine getiremez olur.

Kaos bilimini ortaya çıkaran, karmaşık olguları basit parçalara ayırmak yerine onları bir bütün olarak görme eğilimi, beyni inceleyen bilim adamlarının da yaklaşımını belirlemiştir. Eskiden beyin farklı fonksiyonlardan sorumlu merkezler şeklinde modellenirken, artık holistik (bütünsel) beyin modeli geçerlilik kazanmıştır. Bu modele göre herhangi bir işlev gerçekleştirilirken, beynin tümü bu olguya katılmaktadır. Önümüzdeki yıllarda beynin yalnız alt düzey fizyolojik işleyişinin değil, öğrenme, hatırlama, fikir yürütme gibi üst düzey işlevlerinin de modellenmesinde kaosun çok önemli bir rol oynayacağı görülmektedir.

2.Fiziksel Yaklaşım

Tüm vücut fonksiyonları en temelde fiziğe dayanır. Fakat burada fiziğin oynadığı rol nedir? Bu, "taşı bıraktım yere düştü" tarzında bir fizik değildir. Böyle olsaydı beyin bugüne kadar çok kolay çözülürdü, hatta Descartes bile belki çözmüş olurdu. Söz konusu olan, son yetmiş yıl içinde fizikçilerin

kullanmakta olduğu ve doğayı matematiksel bir yapı çerçevesinde anlayıp anlatabilme yöntemi olan kuantum mekaniğinin özellikleri ile durumu bağdaştırabilmektir. Bir masa üzerinde duran nesneyi yerçekimi çeker ama masa buna karşı gelir. Dolayısıyla nesne üzerine uygulanan toplam kuvvet sıfırdır. Üzerindeki koşullar böyle devam ettiği sürece, istediği gibi hareket edebilir. Yani biraz dokunulsa ve sürtünme olmasa nesne teorik olarak sonsuza kadar hareket edecek. Oysa kuantum mekaniğine göre serbest parçacık olarak algıladığımız bir nesne, yani üzerinde hiçbir dış etki olmayan nesne, her yerde olabilir. Ama doğanın bunun üzerinde etkili olan sayısal özellikleri, ancak; atomlar ve atom altı nesneler düzeyinde kendini gösterebiliyor. Cisimlerin boyutları büyüdükçe bu etkiler bazı karmaşıklıkların arasında yok oluyor, o zaman bu nesnelerde koyduğumuz yerde duruyorlar. Fakat bir elektronu siz şuraya koydum diyemiyorsunuz; üzerinde hiçbir kuvvet olmayan bir elektron, evrende herhangi bir yerde bulunabiliyor. Bunu gördüm, buldum dediğiniz anda, o herhangi yerlerden bir tanesi gerçekleşmiş oluyor. Tüm diğer yerlerin serbest bir elektronun yeri olarak ortaya çıkma olasılığı aynı, eşit. Bir elektronun bir atom içinde sahip olabileceği fiziksel durumlar enerji, momentum, açısal momentum gibi fiziksel parametrelerle belirleniyor. Kuantum mekaniği bu değerlerin belli nitelikler taşımasını gerektiriyor. Sistemin bu değerlerle belirlenen fiziksel durumların hangisinde bulunduğunu, ölçme yapmadan bilemiyoruz. Elektronun nerede olduğunu ya da ölçtüğümüzde, ölçmeden önce -diyelim ki milyarda bir saniye önce- orada olduğundan bile emin değiliz. Kuantum mekaniğinin hesaplayabilirliği bu kadar. Evet, kuantum mekaniğinde bir hesaplanamazlık var. Zihin fonksiyonlarında da bir hesaplanamazlık var. Beyin demiyoruz, çünkü bunun fonksiyonlarının bir kısmı, organları denetleyen istemsiz kısmı belki daha kolay anlaşılıyor. Ama burada söz konusu olan,

kollara ve bacaklara emir verme, karar verme mekanizması. Bu nasıl fizikle açıklanabilecek? İşte zorluk burada ve kuantum mekaniği burada devreye giriyor. Zihin bir çok şeyi algılıyor, bunları bir şekilde biriktirip, belleğe yerleştiriyor. Fakat önemli olan karar verme aşamasında birikmiş verilerin tümünden daha fazla bir toplam olup olmadığı sorusudur. Zihin konuşmamıza komutları nasıl veriyor? Herkesin beyninde her an kafasından geçen düşüncelerle bir çok belki milyonlarca karar veriliyor, bu nasıl oluyor? İşte tüm bu verilerin, beyne girmiş olan bilgi kırıntılarının oluşturduğu fiziksel durumlar ve bunların sayıyla ifade etmekte zorlanacağımız kombinezonlarından her biri bir kuantum mekaniksel

durumun bir bileşeni gibi görülebilir. Kuantum mekaniksel durum bileşenleri demekle,serbest bir elektronun uzayın herhangi bir noktasında bulunmasını kastediyoruz. Bu bulunuş bir fiziksel durumdur. Hepsi varit bu elektron için, fakat biz elektronu yakaladığımız yani ölçtüğümüz anda diyoruz ki elektron burada; bu durumlardan bir tanesi ortaya çıktı. Bunu dışarıdan müdahale ederek yapıyoruz. Beyin ise zihin fonksiyonları sırasında bu müdahaleyi nasıl yapıyor? Penrose, zihnin çalışma mekanizması ile bir kuantum mekaniksel sistemin özellikleri arasında analoji kurma imkanı olduğunu söylemektedir. Burada hesaplanamazlık, yani bir algoritmaya indirgenemezlik konusu en temel bir hususu oluşturuyor. Bu iki sistemden bir tanesinde hesaplanamazlık olmadığı gösterilebilirse bütün bu söylenenler ortadan kalkmış olacak. Aslında hesaplanamazlık, bir algoritmaya indirgenemezlik matematikte bilinmeyen bir şey değildir. Mesela bir yüzeyi çinilerle kaplayacaksınız, biçimleri ne olsun ki yüzey

arada hiçbir boşluk kalmadan kaplanabilsin. Matematikçiler, bir yüzeyin hangi şekilde çinilerle periyodik olarak kaplanabileceğinin bir algoritmaya bağlanamayacağını kanıtlamışlardır.

1980'lerde anesteziyologlar tarafından beyin hücrelerindeki mikrotübüller keşfedilmiştir. Bunlar, hücrelerin içinde gayet ince bir iskelet gibi yapı oluşturuyorlar ve mitoz bölünme sırasında ortaya gelerek sınır oluşturup bölünmeyi denetliyorlar. İçlerinde bulunan çok ince lifleri oluşturan protein moleküllerinin ilginç bir özelliği var. Bunların içindeki bir elektron iki değişik durumda bulunabiliyor. Elektronun bu iki durumunu 0 ve 1 durumları gibi alabilirsiniz. Belli bir takım anestetikler verildiğinde bu elektronun yer değiştiremez hale geldiği, yani uyuşturmanın verdiği bilinç kapatılması sırasında bu elektronun donduğu görülüyor. O zaman zihin fonksiyonlarında bu elektronun yer değiştirmesi bir takım kuantum mekaniksel durumlar oluşturmaya yol açabilir. Çünkü elektronun bulunduğu yer için matematiksel olarak bir kuantum mekaniksel durum yazabiliyorsunuz. Bunun gibi bir hücrede milyonlarca var, nöron şebekeleri içinde kaç tane olduğunu ve bunların yaratabileceği

değişik sonuç durumlarını düşünün. İşte Penrose'nin, acaba olsa nerede olabilir sorusuna bulamadığı cevap bu. Bunun uygun bir aday olabileceğini 1992 yılında bir anesteziyologun ona söylemesi üzerine öğrenmiştir. Ama gene de bizi şu soruyla karşı karşıya bırakmaktan da kendini alamıyor: " Acaba parça bütünü anlayabilecek mi? Parça bütünü içine alabilecek mi? Yani, biz acaba bunu anlama yeteneğine sahip miyiz?" (Gödel teoremi, Russel paradoksu, veya çok eskilerin dediği irade-i külliye/ irade-i cüzziye sorunu gibi bir şey). Aynı soru kuantum mekaniği için de soruluyor: Acaba daha temel

düzeyde bilgi (i) Doğada mı yok? (ii) Var da doğa bize yasaklamış mı? (iii) Yoksa bizim yeteneklerimiz mi elvermiyor? Şimdilik genel inanç (i) doğrultusunda.

3.Psikolojik Yaklaşım

Beynin nöroanatomik, biyokimyasal ve fizyolojik açıdan incelenmesi yoğun biçimde sürmektedir. Fakat beyni bir canlının içinde işlev gören bir uzuv olduğunu görerek değerlendirirsek, ister istemez davranış bilimleri de işin içine girmektedir. Çünkü özellikle gelişmiş beyinli memeli hayvanların önemli özelliklerinden biri de çevreleri ile etkileşime girmeleri ve bu sayede yeni şeyler öğrenerek bunları daha sonra hatırlayabilmeleridir. Bu davranışlar açısından da beyin bilgisayar etkileşimi ve benzerliklerine bakılması gereklidir. Bilgisayarlar ile insanlar arasında ilk bakışta öğrenme ve bellek konusunda çok önemli işlevsel benzerliklerin bulunduğu biliniyor. Öğrenme ve bellek mekanizmaları bize bilgi edinme ve deneyimlerden yararlanma olanağı sağlamaktadır. Bilgisayarlar da genelde öğrenme ve belleklerinde bilgi tutabilme özelliklerine sahipler. Bu açıdan bakıldığında ortaya felsefi sorunlar çıkmaktadır. Bunlardan biri Turing'in öngördüğü öğrenme makinesidir. Bu makinenin insan gibi öğrenebildiğinin testi de turing testi olarak bilinmektedir. Bu konu hakkında felsefi yaklaşım başlığı altında bilgi verildiğinden burada girilmeyecektir.

Böyle bir öğrenme makinesinin temelinde yatan aksiyomatik sistemdeki belirsizliğin Gödel tarafından kanıtlanmış olması, zaten bilginin niteliği ve bilgi edinme yöntemlerinin yeniden gözden geçirilmesine yol açtığı gibi insan bilgisayar karşılaştırmasının temelindeki varsayımların sorgulanmasını da gündeme getirmiştir. Bilgisayarların öğrenmelerine ilişkin şemalarda genellikle bir girdi kanalı, bir işlemciye denk gelen bir kutu ve bilgisayarın ürününü gösteren bir çıktı kanalı gösterilir. Bu girdi ve çıktı kanallarına ve kapağın açarak işlemci kutusunun içine bakıldığında, görülen olgular bilgisayar ile beyin arasında önemli farkların olduğunu ortaya koymaktadır. Burada olayın psikolojik yönüyle ilgili olarak Freudcu bir yaklaşımla nerede bunun libidosu veya Neyzen TEVFİK'i anımsayarak fikri varsa efkarı nerede bunun diye sorular sorulabilir. Tüm bu soruların dışında basit bir örnekle konuya yaklaşalım: bir bilgisayarınız var, fakat her yerde iyi çalışan bilgisayarınız bazı

yerlerde doğru çalışmıyor, üstelik sabahları daha iyi öğleden sonra ise kötü çalışıyor yani tekliyor. Ne düşünürsünüz? Bilgisayarınızın bozulduğunu düşünerek tamire götürürsünüz. Ve belki de tamire götürürken bilgisayarınızın insanlaşmaya başladığını düşünebilirsiniz. Burada belirtilmek istenen aslında bilgisayarlardan hiç beklenmeyen bu davranışın bizim hem psikolojimizde hem de fizyolojimizde yerleşik bir olgu olduğudur. Çünkü bilgisayarlardan çok farklı olarak bizim için olayların zamanla ve mekanla kayıtlı bir yanı vardır. Olayların zaman içindeki dizilimi ve mekan içindeki dağılımı bizi temelden etkilemekte ve daha duyu ve algılama gibi temel süreçlerden başlayarak bizi tamamıyla biçimlendirmektedir. Bilgisayarlarda girişleri iyi bir şekilde düzenlediğiniz takdirde işlem kutusunun niteliğini incelemeden ne olursa olsun çıktının ne olacağını biliyoruz. Buna paralel olarak psikolojideki davranışçı ekole göre, siz kişinin girdilerini gerektiği biçimde düzenleyebildiğiniz

sürece kutu, yani a, b, veya c kişileri avukat, doktor veya mühendis olabiliyor. Bu tür radikal davranışçı yaklaşımı bugünkü bilgisayar teknolojileriyle birleştirdiğinizde bilgisayarla beyin arasında çok fazla bir benzemezlik olmadığı görülebilir. Ancak bu tür yaklaşımın geçerli olmadığı, girdilerle çıktılar arasındaki kutunun içeriği ve özelliklerinin araştırılmaya başlanmasıyla gündeme gelmiştir. Özellikle Geştalt psikolojisinin vurguladığı görüş, algılamada uyaranları teker teker inceleyip sonuçları sentezlemenin mümkün olamayacağı tezidir. Yani algılamada bütün, parçalarının toplamından farklıdır. Gestalt psikolojisine göre, bir olayı anlamak için tümünü bir arada ve bir anda algılamak gerekli, çünkü olayın tümünün dinamiği, parçaların teker teker incelenmesi ile ortaya çıkan tablodan farklıdır. Bir karenin uçlarına yerleştirdiğimiz ışıkları yakıp söndürmeyi frekansı arttırarak sürdürdüğümüzde önce kare görünen şeklin frekans arttıkça daire veya çember şeklinde algılandığını görürüz. Bu örnek bize çoğu kez bir olayı parçalarına bölüp parçalarının her birinin beynimizi nasıl etkilediğine bakarak bir bütün yaratmamızın mümkün olmadığını göstermektedir. Uyaranların yada üzerimizde psikolojik etki yaratan durumların teker teker incelenmesinin, bu uyaran yada durumların toplamının yarattığı tabloyu tümüyle anlamamıza yeterli olmayacağı gerçeğidir. Bu bakımdan beynimizi etkileyen uyaran yada durumları birer bağımsız girdi olarak değerlendirmemiz mümkün değildir. Uyaranların üzerimizde yaptıkları etki, zaman ve mekan içindeki dizilimlerine ve birbirleriyle etkileşimlerine bağlıdır.

Sonuç olarak, beynimiz ve beynin bağlı olduğu canlı organizma, zaman ve mekan içinde davranışlarını değiştiren, zamandan ve mekandan etkilenen bir yapıya sahiptir. Bunlar şu aşamada bilgisayarda

mevcut değildir. Bilgi edinmede, felsefenin ortaya çıkardığı sınırların yanı sıra, bugünkü koşullarda bile beyin ile bilgisayar arasında bir koşutluğun ancak basit bir ilk yaklaşım için geçerli olduğu görülmektedir.

4.Felsefi Yaklaşım

Yapay zeka felsefesi en geniş anlamıyla yapay zekanın gerçekten mümkün olup olmadığını soruşturan bir felsefe koludur. Bilgisayarlar düşünebilir mi? Sorusu yapay zeka felsefesinin en temel sorunudur. Bilgisayarların icadından bu yana, bu soru bir çok felsefeci, bilim adamı veya yapay zeka araştırmacısı tarafından tartışılmıştır. Bu güne kadar bir problem olarak kalmasının nedeni bu sorunun cevabı hakkında ortak bir uzlaşma sağlanamamasındandır. Hatta, bunun felsefi bir problem mi? Yoksa empirik bir problem mi? Olduğunda dahi mutabık kalınamamıştır.

Şimdi farklı başlıklar altında konu ile ilgili yaklaşımlar açıklanacaktır.

1.Turing makinesi ve turing testi

Yapay zeka felsefesini ilk ortaya çıkaran kişi ünlü İngiliz mantık ve matematikçisi Alan Turing'dir. Dartmouth konferansından altı yıl önce, yani 1950 yılında Turing, Mind adlı felsefe dergisinin Ağustos sayısında Computing Machinery and Intelligence adlı bir makale yayınlamıştır. Bu makalede Turing "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu dikkatli bir felsefi tartışmaya açmış ve makineler düşünebilir iddiasına karşı olan itirazları reddetmiştir. 1936 yılında Turing bilgisayar tasarımının mantıki temelleri üzerine bir makale yazmıştır. Bu makalenin konusu matematiksel mantığın soyut bir problemi ile ilgilidir ve bu problemi çözerken Turing bugün Turing makinesi diye adlandırılan, program depo eden genel amaçlı bilgisayarı kuramsal olarak icat etmeyi başarmıştır. Turing makinesi kuramsal bir hesap makinesi olup hesaplarını karelere bölünmüş ve her karede yalnızca bir sembol bulunabilen bir bant aracı ile yapar. Sadece sonlu sayıda içsel durumları vardır. Bir karedeki sembolü

okuduğu zaman halihazırdaki durumuna ve sembolün ne olduğuna göre durumu değişebilir.

Alan Turing ayrıca Turing testi olarak adlandırılan ve bir bilgisayarın veya başka bir sistemin insanlarla aynı zihinsel yetiye sahip olup olmadığını ölçen bir test geliştirmiştir. Genel anlamda bu test bir uzmanın, makinenin performansı ile bir insanınkini ayırt edip edemeyeceğini ölçer. Eğer ayırt edemezse, makine insanlar kadar zihinsel yetiye sahip demektir. Bu testte bir insan ve bir bilgisayar, deneyi yapan kişiden gizlenir. Deneyi yapan hangisiyle haberleştiğini bilmeden bunların ikisiyle de haberleşir. Deneyi yapan kişinin sorduğu sorular ve deneklerin verdiği cevaplar bir ekranda yazılı olarak verilir. Amaç, deneyi yapanın uygun sorgulama ile deneklerden hangisinin insan, hangisinin

bilgisayar olduğunu bulmasıdır. Eğer deneyi yapan kişi güvenilir bir şekilde bunu söyleyemez ise, o zaman bilgisayar Turing testini geçer ve insanlar kadar kavrama yeteneğinin olduğu varsayılır.

2.Çin odası deneyi

California üniversitesinden John SEARLE bilgisayarların düşünemediğini göstermek için bir düşünce deneyi tasarlamıştır. Bir odada kilitli olduğunuzu düşünün ve odada da üzerlerinde Çince tabelalar bulunan sepetler olsun. Fakat siz Çince bilmiyorsunuz. Ama elinizde Çince tabelaları İngilizce olarak açıklayan bir kural kitabı bulunsun. Kurallar Çinceyi tamamen biçimsel olarak, yani söz dizimlerine uygun olarak açıklamaktadır. Daha sonra odaya başka Çince simgelerin getirildiğini ve size Çince simgeleri odanın dışına götürmek için, başka kurallarda verildiğini varsayın. Odaya getirilen ve sizin tarafınızdan bilinmeyen simgelerin oda dışındakilerce `soru` diye, sizin oda dışına götürmeniz istenen simgelerin ise `soruların yanıtları` diye adlandırıldığını düşünün. Siz kilitli odanın içinde kendi simgelerinizi karıştırıyorsunuz ve gelen Çince simgelere yanıt olarak en uygun Çince simgeleri dışarı veriyorsunuz. Dışta bulunan bir gözlemcinin bakış açısından sanki Çince anlayan bir

insan gibisiniz. Çince anlamanız için en uygun bir program bile Çince anlamanızı sağlamıyorsa, o zaman herhangi bir sayısal bilgisayarın da Çince anlaması olanaklı değildir. Bilgisayarda da sizde olduğu gibi, açıklanmamış Çince simgeleri işleten bir biçimsel program vardır ve bir dili anlamak demek, bir takım biçimsel simgeleri bilmek demek değil, akıl durumlarına sahip olmak demektir.

3.Bilgi, bilinç ve yapay zeka

Beyin etten yapılmış bir bilgisayar mıdır? Bir bilgisayar üretildiği fiziksel malzemeler dolayısıyla zamana tabi olarak çalışır ve devrelerinin bağlantılarına ve yazılıma göre ulaşılan sonuçlar neden-sonuç ilişkisi bakımından sıkı bir gerekirciliği(determinizmi) ortaya koyar. Bu bakımdan, insan bilinci de, insanın tüm bedensel işlevlerinin yönetim merkezi olan beynin, elektriksel ve kimyasal süreçlere bağlı olarak, fiziksel varolanın (uzay ve zamanda varolanın) tabi olduğu neden-sonuç ilişkisine, nedenselliğe bağlı olan bir süreçten başkası değil midir? Yani bilinç ve akıl tümüyle fiziksel süreçlere indirgenebilir mi? Bu sorular düşünce tarihi içinde derin kökleri olan önemli sorulardan bir kaçıdır. Eğer biz tüm insani özelliklerin fiziğe tabi olan bedensel işlevlere indirgenebileceğini savunuyorsak, bu yaklaşımla beynin etten yapılmış bir bilgisayar olduğunu, yani yapay zekanın henüz yeterince gelişmemiş bir insan prototipi olduğunu kabul ediyoruz demektir. Buna karşılık,

insanın yalnızca fiziksel süreçlere tabi olan bir makineye indirgenemeyeceğini savunuyorsak, bunun gerekçelerinin ortaya konması gerekir. Şimdi, eğer tüm bilgimizin deneyle başladığını kabul ediyorsak, bilginin ortaya çıkması için gerekli iki koşulu şöyle ifade edebiliriz: Deneyimden gelen malzeme ya da veriler ve bu verilerin, aklın kendi sahip olduğu formlar aracılığı ile kalıba dökülmesi ve sonuçta bilginin üretilmesi. Verilerin kalıba dökülmesi, önerme formuna sokulması bir fiildir ve bu fiilin yapılması için bilincin ortaya çıkması gerekir. Yani her bilgi fiili bir bilinç fiilidir. Şimdi soru şudur: Bilinç bir beyin süreci midir? Yoksa beyin süreçlerinin arkasında duran ve bu süreçlerin sonucunda, bir şeye

(nesneye) yönelmek suretiyle ortaya bir bilgi konulmasını sağlayan etkin neden, bilinç fiilinin kendisi midir? Bilgi bir bilinç durumudur, düzensiz bir veriler topluluğunun algılanması değildir. Şeylerin bir bilgi nesnesi yada onların bağlantılarının bilgisi olarak

ortaya çıkması, o nesneye bir birlik verilmesi ile olanaklıdır, bu ise bu birliği veren öznenin, "ben"in kendi birliğinin bilincinde olmasıyla olanaklıdır. Yani her bilgiye birliğini veren ben bilinci her bilgiden önce gelmektedir. Eğer beyin süreçleri ile "ben" bilinci aynı şeyse, zamana ve nedenselliğe tabi olan beyin süreçlerinin nasıl olup da farklı ben bilinçlerinin ortaya çıkmasını sağladığı ise karanlıkta olan bir sorudur. Aklın deneyden gelen uyarılara dayalı bilgi üretmesinin yanında, kendisi deneyden gelmeyen, ama deneyle gelen malzemeyle doğa bilimlerinin yapılabilmesinin koşulunu oluşturan matematik ve matematiksel nesnelerle ilgili değerlendirmeler, bilincin beyin süreçlerine indirgenemeyeceği yönünde bir destek sağlamaktadır.

Matematiğin ve matematiksel nesnelerin (sayı, üçgen gibi) ne olduğu sorusunun yanıtı kolaylıkla verilemez, ama ne olmadığının yanıtı üzerine şunlar söylenebilir. Matematiğin nesneleri ve onların bağıntıları zamana ve neden-sonuç ilişkisine bağımlı değildir. Bu tür nesnelerin bağıntılarını özsel olarak farklı ilkeler yönetmektedir (çelişmezlik ilkesi gibi). Eğer matematiksel nesnelerin zamana ve neden sonuç ilişkisine tabi olmadıklarını görüyorsak, bundan, bu nesnelerin fiziksel süreçlerin dışında kalan bir dayanağa sahip oldukları sonucu çıkar. Bu nedenle matematiksel nesneler, fiziksel süreçlere tabi olarak ortaya çıkan şeyler değildir; ama fiziksel olanın, malzemenin, düzene ve sıraya

sokulmasının dayanağını oluşturması nedeniyle, fiziksel süreçlerin insan için anlaşılabilir ve bilgisine ulaşılabilir bir şey olmasını sağlarlar.

Bu bakımdan insan beynini yalnızca fiziksel süreçlere tabi olan bir bilgi işleme merkezi olarak görmek, matematiksel nesneleri de zamana ve neden-sonuç ilişkisine bağlı olarak görmek sonucunu getirir ki, o zaman sayı, üçgen gibi fiziksel nesnelerin bağıntılarının kesinlik ve zorunluluğunun hesabını vermek olanaksız olacaktır. Yani fiziksel süreçler, bu süreçlerin dışında kalan ilkelerle işleyen soyut nesnelerin dayanağı olamazlar. O halde, eğer matematiksel nesneler ve matematik, zamana ve neden-sonuç ilişkisine tabi değillerse ve bunların dayanağını fiziksel süreçler oluşturmuyorsa, bu dayanağın fiziksel süreçlere tabi olmayan bir şey olduğunu, yani aklın kendi unsurlarının bu süreçlerin dışında olduklarını düşünmek durumundayız. Bunun ise anlamı şudur: İnsan bilinci ve aklı, yalnızca fiziksel süreçlere tabi olan ve nöron ağlarından oluşmuş beyin organının üstünde bir "yer"e, "iç"e sahiptir. Bu yer (iç), aklın yanı sıra, "özgür irade"nin de dayanağını oluşturur.

Eğer insan varlığı, yalnızca fiziksel bir nesne olarak görülürse, yani "empirik ben"den ibaretse, burada özgür iradeye yer yoktur. Çünkü fiziksel bir nesne olarak zamana ve nedenselliğe tabi olan insan varlığı sıkı bir gerekircilik içinde belirlenmiştir. Öte yandan, insanın tüm empirik belirlenimlerinin arkasında duran, onun zeminini oluşturan, ama zaman ve nedensellikle belirlenmemiş bir "aşkınsal (transandantal)" yanı vardır ki, bilincin ortaya çıkmasının arkasında duran ve özgür iradenin dayanağı olan, onun bu aşkınsal yanıdır.

Günümüzün ünlü Fransız filozofu Georges Canguilhem araçsallıkçılığın (instrumentalisme) her türüne karşı çıkarak, teknik sapmanın her köşe bucağa yayılmasını eleştirmektedir. "Beyin ve düşünce" adlı yazısında elektronik hırdavatçılığın her kesimi etkisi altına aldığını vurgulayan filozof, yapay zekadan enformasyon modellerine değin her türlü teknolojik başarının getirdikleri kadar götürdükleri de olduğunu savunmuştur. İnsan zihninin bir bilgisayara sığdırılamayacağını, ve bilgisayarında sonuç olarak insan zihninin tüm yetilerinin üstesinden gelemeyeceğini dile getiren filozof, bu anlayışın eskilerin frenoloji görüşüne benzediğini söyler. Oynanılan, ayarlanmaya çalışılan, belirsiz amaçlara yönlendirilen bir insan dünyasına karşı; düşüncenin kaçınılmaz ve normal durumuna denkmiş gibi yutturulan bir teknik evren aracılığı ile ortaya çıkan açmazı açmanın tek yolunun felsefeye düştüğünü söyleyen Canguilhem'e göre, " şu andaki egemenliğinin başkasına devredileme hakkı olarak

ben'in savunulması felsefenin biricik görevidir."

Sonuç olarak yapay zeka çalışmalarının ve nörolojinin yönünün ve olanaklarının belirlenebilmesi için, insanın ve insan aklının ne olduğunun soruşturulması, ama bu soruşturmanın yalnızca bilişim bilimleri ve deneysel psikoloji alanında değil, metafiziksel *olarak felsefe içinde de soruşturulması gerekmektedir*

4.Yönetim Bilimleri ve Yapay Zeka

Yönetim bilimleri yapay zeka alanındaki gelişmelerden hızla etkilenmektedir. Bu etkileşimin bir sonucu olarak, doğal dil arabirimleri, endüstriyel robotlar, uzman sistemler ve zeki yazılımlar gibi uygulamalar ortaya çıkmıştır. Her seviyeden yöneticiler ve çalışanlar, direk veya dolaylı da olsa son kullanıcı olarak bu gelişmelerden haberdar olmak durumundadır. Çünkü bir çok işyeri ve organizasyonda, gittikçe artan bir oranda yapay zeka teknikleri kullanılmakta ve bu yolla verimlilik artışı sağlanmaya çalışılmaktadır.

Şekilde yapay zekanın yönetim bilimlerindeki farklı uygulama alanları gösterilmektedir. Şimdi kısaca bazı yapay zeka teknikleri ve uygulama alanlarından bahsedilecektir.

1.Bilgisayar Bilimleri

Uygulamaların bu alanı bilgisayar yazılım ve donanımı üzerine odaklanmıştır. Çünkü yapay zeka uygulamalarının çoğu için, çok güçlü süper bilgisayarların üretilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bunun ilk aşamasını beşinci nesil olarak anılan zeki bilgisayarlar oluşturmaktadır. Bu bilgisayarlar optimum seviyede mantıksal anlam çıkarma işlemi için tasarlanmaktadırlar. Bu anlam çıkarma, geleneksel bilgisayarlardaki nümerik işlem yerine sembolik işlemin kullanılması anlamına gelmektedir. Diğer çalışma ise, sinirsel ağların geliştirilmesi için yapılmaktadır. Neurocomputer sistemleri, insan

beynindeki nöronların ağ yapılarına göre şekillendirilmiş bir yapıdadır. Bu bilgisayarlar bilginin bir çok farklı kısmını aynı anda işleyebilirler. Sinirsel ağ yazılımlarının, basit problem ve çözümleri gösterilerek öğrenmesi sağlanabilmektedir. Örneğin resimleri tanıyabilmekte ve problemleri çözmek için program yapabilmektedirler.

2.Robotik

Yapay zeka, mühendislik ve psikoloji robotiğin temel disiplinleridir. Robotik teknolojisi, insan gibi fiziksel kapasitelere sahip, bilgisayar kontrollü robot üretiminin gerçekleştirilmesi için geliştirilmiştir ve yapay zeka alanındaki gelişmelere paralel olarak ilerlemektedir. Bu alandaki uygulamalar robotlara, görme yeteneği veya görsel algılama, dokunsal algılama, idare etmede beceri ve hüner, hareket kabiliyeti ve yol bulabilme zekası kazandırmaktadır. Bazı uygulama örnekleri aşağıda verilmiştir.

Stuttgart Üniversitesi'nin Paralel ve Dağıtılmış Yüksek Performans Bilgisayarları Enstitüsü'nde Prof. Paul Levi yönetiminde bir çalışma gurubu Aramis (adını monte edilmiş olan kolundan alıyor), Porthos (yük taşıyıcısı) ve Athos (bir stereo kameraya sahip ve gurubun gözcüsü) isimli üç robot üretmiştir. Bu robotlar küçük sorunlarını tek başlarına çözebilmektedir. Fakat bu robotlarda diğerlerinde olmayan bir özellik vardır, kooperasyon yeteneği. Şöyle ki; kimin hangi görevi hangi sırayla yapacağını

aralarında kararlaştırıyorlar. Bunu konuşarak yapmaları teknik bir dayatmadan çok araştırmacıların oyun dürtüsüne işaret etmektedir. Aslında makineler bit ve byte'lar düzleminde anlaşmalarına rağmen, çalışma esnasında kadın ve erkek sesleriyle gerçekleşen sözlü diyaloglar ortaya çıkmaktadır. Prof. Levi'ye göre üç şilahşörler, günün birinde temizlik, nakliyat ve konstrüksiyon ile ilgili görevleri yürütecek bir robot kuşağının prototipleridir.

Bir başka örnek ise MIT'den Rodney Brooks'un tasarladığı ATTİLA isimli böcek robot. 30 cm. boyutundaki bu robot üzerinde 23 motor, 10 mikro işlemci ve 150 adet algılayıcı bulunuyor (Şekil 8). Her bacağın üç bağımsız hareketi sayesinde engellerin üstüne tırmanıyor, dik inişler yapıyor ve tutunarak kendisini 25 cm. yüksekliğe çekebiliyor. Brooks'un yapay zeka anlayışında izleme, avlanma, ileri gitme ve gerileme gibi bir takım ilkel içgüdü ve refleksler yer alıyor. Öte yandan onun robotlarında bunları seçen ve bu basit hareketleri yönlendiren bir beyin modeli yer almıyor. Bunun yerine, her davranış, robotun kontrolünde yarışan bireysel zekalar olarak işliyor. Kazananı, robotun alıcılarının o anda ne hissettiği belirliyor ve bu noktada diğer tüm davranışlar geçici olarak bastırılıyor. Kurulan mantıkta, "gerile" gibi tehlikeden sakınma davranışları, "avı izle" gibi daha üst seviyedeki fonksiyonları bastırıyor. Davranış hiyerarşisindeki her seviyenin gerçekleşmesi için bir

alttakinin aşılması gerekiyor. Böylece bir böcek robot, örneğin "odadaki en uzak köşeyi belirle ve oraya git" gibi yüksek düzeyde bir komutu, bir yerlere çarpıp başına kaza gelme korkusu olmadan yerine getirebiliyor.

Robotlar gelecekte yalnızca basit ve monoton görevlerle sınırlanmayıp, insanlara karmaşık ve tehlikeli görevlerde de yardımcı olacakları için, akıllı ve daha esnek kullanımlı bir kavrama sisteminin geliştirilmesine yönelik olarak , DLR (Alman Hava ve Uzay Uçuşları Araştırma Kurumu) tarafından insan elini örnek alan üç parmaklı ve çok sensörlü bir robot el geliştirilmiştir (şekil 9).

3.Doğal Arabirimler

Doğal arabirimlerin gelişimi yapay zekanın önemli bir alanını göz önüne alır. Doğal arabirimlerin gelişimi, insan tarafından bilgisayarların daha doğal kullanımına yönelik bir kolaylık sağlar. Bu alanda yapay zeka araştırmacılarının en büyük amacı, insan konuşma dilinde bilgisayar ve robotların konuşmaya başlaması ve bizim onları anladığımız gibi onların da bizi anlayabilmesidir. Uygulamalar dil bilim, psikoloji, bilgisayar bilimleri gibi disiplinleri içine alan bir kollektif çalışma alanı içinde yapılmaktadır. Bazı uygulama alanları olarak insan dilini anlama, konuşmayı tanıma, beden hareketlerinin şekillerini kullanan çok algılayıcılı cihazların geliştirilmesi gösterilebilir.

Bilgisayar ile ilişki kurmak için bir anadilin kullanılması aslında yapay zekanın en kuvvetli yanlarından birini temsil eder. Yazılı anadilin işlenmesi uygulamaları ise çok sayıda bulunmaktadır. Bu konudaki başlıca uygulamalar şunlardır:

Bilgisayar yardımıyla tercüme,

Metin özetlerinin otomatik olarak hazırlanması, Metinlerin otomatik olarak üretilmesi (anlamlı bir sözdizimsel form olarak), Dokümanların hazırlanmasına yardım (hataların ve tutarsızlıkların bulunması ve gerektiğinde düzeltilmesi, örnek: MSWord programı).

İnsan sesini algılayan bir uygulama örneği olarak da, NaturallySpeaking isimli bir program seti verilebilir. Program erkek/bayan ayrımı yapmamak için ses girişlerini nötr sinyallere çevirir. Bir batch işlemi, konuşmaları konuşmacıdan bağımsız olarak kendi iç modeliyle karşılaştırarak, süreklilik ve vurgulama gibi ince ayarları yapar. Farklı kullanıcıların telaffuz farklılıklarındaki tutarlılık bu sayede sağlanır. Program ayrıca zaman kaybetmemek için, söylenen bir kelimenin ardından gelebilecek kelimeleri tahmin eder ve tarama alanını daraltır. Mesela, sayın kelimesinden sonra, büyük bir ihtimalle isim gelecektir, tarama alanı buna göre isim alanına yönlendirilir. Bunun ötesinde tüm cümlenin anlamına bakılarak, kelimenin cümlede uygun yerde olup olmadığı da kontrol edilir. Programın elindeki bilgiler arttıkça eskisine göre farklı kararlar verdiği görülmektedir. Gündelik konuşmalarda rastlanan cümlelerde program mükemmel bir performans sergilemektedir. Bir günlük düzenli bir

çalışma sonrasında doğruluk oranı %95'lere ulaşmaktadır.

4.Sinirsel Ağlar

Sinirsel ağlar çeşitli yollarla birbirine bağlı birimlerden oluşmuş topluluklardır. Her birim iyice basitleştirilmiş bir nöronun niteliklerini taşır. Nöron ağları sinir sisteminin parçalarında olup biteni taklit etmekte, işe yarar ticari cihazlar yapmakta ve beynin işleyişine ilişkin genel kuramları sınamakta kullanılır. Sinirsel ağ içindeki birimler, her birinin belli işlevi olan katmanlar şeklinde örgütlenmiştir ve bu yapıya yapay sinir ağı mimarisi denir.

Yapay sinir ağlarının temel yapısı, beyne, sıradan bir bilgisayarınkinden daha çok benzemektedir. Yine de birimleri gerçek nöronlar kadar karmaşık değil ve ağların çoğunun yapısı, beyin kabuğundaki bağlantılarla karşılaştırıldığında büyük ölçüde basit kalmaktadır. Şimdilik, sıradan bir bilgisayarda, akla uygun bir sürede taklit edilebilmesi için bir ağın son derece küçük olması gerekiyor. Gittikçe daha hızlı ve daha koşut çalışan bilgisayarlar piyasaya çıktıkça zamanla gelişmeler sağlanacaktır. Yapay sinir ağlarındaki her bir işlem birimi, basit anahtar görevi yapar ve şiddetine göre, gelen sinyalleri söndürür ya da iletir. Böylece sistem içindeki her birim belli bir yüke sahip olmuş olur. Her birim sinyalin gücüne göre açık ya da kapalı duruma geçerek basit bir tetikleyici görev üstlenir. Yükler, sistem içinde bir bütün teşkil ederek, karakterler arasında ilgi kurmayı sağlar. Yapay sinir ağları araştırmalarının odağındaki soru, yüklerin, sinyalleri nasıl değiştirmesi

gerektiğidir. Bu noktada herhangi bir formdaki bilgi girişinin, ne tür bir çıkışa çevrileceği, değişik modellerde farklılık göstermektedir. Diğer önemli bir farklılık ise, verilerin sistemde depolanma şeklidir. Nöral bir tasarımda, bilgisayarda saklı olan bilgiyi, tüm sisteme yayılmış küçük yük birimlerinin birleşerek oluşturduğu bir bütün evre temsil etmektedir. Ortama yeni bir bilgi aktarıldığında ise, yerel büyük bir değişiklik yerine tüm sistemde küçük bir değişiklik yapılmaktadır. Yapay sinir ağları beynin bazı fonksiyonlarını ve özellikle öğrenme yöntemlerini benzetim yolu ile gerçekleştirmek için tasarlanır ve geleneksel yöntem ve bilgisayarların yetersiz kaldığı sınıflandırma, kümeleme, duyu-veri işleme, çok duyulu makine gibi alanlarda başarılı sonuçlar verir. Yapay sinir ağlarının özellikle tahmin problemlerinde kullanılabilmesi için çok fazla bilgi ile eğitilmesi gerekir. Ağların eğitimi için çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Lapedes ve R.Farber (1987) bir

sinirsel ağın çok karışık zaman serilerinin nokta tahmininde kullanılabileceğini ve elde edilen sonuçların lineer tahmin metodu gibi klasik metotlara göre çok daha kesin olduğunu göstermişlerdir. Kar Yan Tam (Hong Kong Üniversitesi) ve Melody Y.Kiang (Arizona State Üniversitesi) geliştirdikleri sinirsel ağı, işletmelerin iflas gibi finansal güçlüklerini tahmin etmede kullanmışlardır.

Günümüzde sinirsel ağ uygulamaları ya geleneksel bilgisayarlar üzerinde yazılım simülatörleri kullanılarak, veya özel donanım içeren bilgisayarlar kullanarak gerçekleştirilmektedir. Kredi risk değerlemesinden imza kontrolü, mevduat tahmini ve imalat kalite kontrolüne kadar uzanan uygulamalar yazılım paketlerinden faydalanılarak yapılmaktadır.

5.Bulanık Mantık

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Prof. Lotfi A.Zadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyuldu. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir. Bilindiği gibi istatistikte ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini anlayabilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir.

Fuzzy kuramının merkez kavramı fuzzy kümeleridir. Küme kavramı kulağa biraz matematiksel gelebilir ama anlaşılması kolaydır. Örneğin "orta yaş" kavramını inceleyerek olursak, bu kavramın sınırlarının kişiden kişiye değişiklik gösterdiğini görürüz. Kesin sınırlar söz konusu olmadığı için kavramı matematiksel olarak da kolayca formüle edemeyiz. Ama genel olarak 35 ile 55 yaşları orta yaşlılık sınırları olarak düşünülebilir. Bu kavramı grafik olarak ifade etmek istediğimizde karşımıza şekil deki gibi bir eğri çıkacaktır. Bu eğriye "aitlik eğrisi" adı verilir ve kavram içinde hangi değerin hangi ağırlıkta olduğunu gösterir.

Bir fuzzy kümesi kendi aitlik fonksiyonu ile açık olarak temsil edilebilir. Şekilde görüldüğü gibi aitlik fonksiyonu 0 ile 1 arasındaki her değeri alabilir. Böyle bir aitlik fonksiyonu ile "kesinlikle ait" veya "kesinlikle ait değil" arasında istenilen incelikte ayarlama yapmak mümkündür.

Bulanık mantık ile matematik arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler tam olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar. Bir kişi için 38,5 yaşında demektense sadece orta yaşlı demek bir çok uygulama için yeterli bir veridir. Böylece azımsanamayacak ölçüde bir bilgi indirgenmesi söz konusu olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine daha kolay anlaşılabilen niteliksel bir tanımlama yapılabilecektir. Bulanık mantıkta fuzzy kümeleri kadar önemli bir diğer kavramda linguistik değişken kavramıdır. Linguistik değişken "sıcak" veya "soğuk" gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen değişkenlerdir. Bir linguistik değişkenin değerleri fuzzy kümeleri ile ifade edilir. Örneğin oda sıcaklığı linguistik değişken için "sıcak", "soğuk" ve "çok sıcak"

ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı fuzzy kümeleri ile modellenir.

Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük fayda ise "insana özgü tecrübe ile öğrenme" olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade

edilebilmesine olanak tanımasıdır. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur. Bulanık mantık konusunda yapılan araştırmalar Japonya'da oldukça fazladır. Özellikle fuzzy process controller olarak isimlendirilen özel amaçlı bulanık mantık mikroişlemci çipi'nin üretilmesine çalışılmaktadır. Bu teknoloji fotoğraf makineleri, çamaşır makineleri, klimalar ve otomatik iletim hatları gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bundan başka uzay araştırmaları ve havacılık endüstrisinde de kullanılmaktadır. TAI'de araştırma gelişme kısmında bulanık mantık konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Yine bir başka uygulama olarak otomatik civatalamaların değerlendirilmesinde bulanık mantık kullanılmaktadır. Bulanık mantık yardımıyla civatalama kalitesi belirlenmekte, civatalama tekniği alanında bilgili olmayan kişiler açısından konu şeffaf hale getirilmektedir. Burada bir uzmanın değerlendirme sınırlarına erişilmekte ve hatta geçilmektedir.

6.Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik bilgisayar ortamında oluşturulan bir gerçekliktir ve cyberspace olarak da bilinir. Yapay zekanın bu alanında doğal gerçekliğe uygun, insan/bilgisayar arabirimlerinin kullanıldığı bir ortam oluşturulur. Sanal gerçeklik, gözlük ve stereo kulaklıktan oluşan başlık seti, vücut hareketlerini algılayan özel bir giysi veya eldivenden oluşan, çok algılayıcılı giriş-çıkış cihazlarına bağlı olarak oluşturulmaktadır. Böylelikle üç boyutlu sanal dünyayı görebilir ve dokunabilirsiniz. Sanal gerçeklik sizin bilgisayar benzetimli nesneler ve varlıklar ile etkileşim içine girebilmenize olanak sağlamaktadır.

Sanal gerçeklik uygulamaları geniş bir alana yayılmıştır. Bilgisayar destekli tasarımda (CAD), tıbbi teşhis ve tedavide, fiziksel ve biyoloji bilimlerindeki bilimsel deneyimlerde, pilot ve astronotların eğitimi için uçuş simülatörlerinde ve eğlence olarak üç boyutlu video oyunlarında kullanılmaktadır. CAD en geniş şekliyle endüstriyel sanal gerçeklik uygulamalarında kullanılmaktadır. Mimarlar ve tasarımcılar, ürünlerin ve yapıların üç boyutlu modelleri üzerinde test ve tasarım işlemleri yapmakta kullanırlar. Bu teknoloji ayrıca ecza ve biyoteknoloji firmaları tarafından yeni ilaçların compüterize edilmiş davranışlarını geliştirmek ve gözlemlemek için kullanılmaktadır. Ayrıca doktorlar hasta vücudunun sanal bir modelinin oluşturulup sorgulanmasında faydalanmaktadır.

Şimdi sanal gerçeklik uygulaması ile ilgili daha somut örnekler verilecektir

1998 yılında kullanıma açılacak olan Paris yakınlarındaki stadyum, IBM Fransa tarafından yapımından önce sanal olarak inşa edilmiştir. Amaç tasarım aşamasında insan akınlarını ve onların davranışlarını analiz etmektir. Ayrıca sağlık ve güvenlik kuruluşlarını ihtiyaç duyulan yerlere yerleştirmek ve ziyaretçilere mümkün olduğunca konfor ve hareket serbestliği sağlayabilmektir. Bunların yanı sıra müdahale olanaklarını ve etkilerini daha iyi tahmin etme imkanı olmaktadır. Gelecekte bu simülasyonun, havaalanları, resmi binalar ve alışveriş merkezlerinin tasarımında kullanılacağı belirtilmektedir. Almanya Frauenhofer Enstitüsünde, yolcuların uçuş korkusunu yenebilecekleri,

yolculara yönelik ilk uçuş simülatörü gerçekleştirilmiştir. Bu proje, sanal gerçeklikle psikolojinin, fobilerin tedavisi için ilişkilendirilmesi fikrinden doğmuştur. Sanal ortama, yürüyen bir bant üzerindeymişçesine pencerelerin yanından geçip hafif eğimli olan kapıya vararak giriyorsunuz. Uçağa biniyor, doğru

yeri buluyor ve oturuyorsunuz. Klima çalışıyor ve hoparlörlerden müzik sesi geliyor. Hafif bir sarsıntıyla uçak kapıdan ayrılıyor ve piste doğru yol alıyor. Makinelerden uğultulu bir ses geliyor, ivme sizi koltuğa bastırıyor ve Take-off. Yolcu, uçuşu, sanal gerçeklik kaskı ve kulaklık vasıtasıyla yaşıyor, gerçek uçuş duygusunu ise podestin altındaki performansı yüksek elektromotorlar sağlıyor. Uçuş deneye katılan yolcuların sorgulanması ile birlikte yaklaşık kırk dakika kadar sürüyor. Avrupa orjinli bir oto üreticisi firma, dağıtım masraflarının yüksek olduğunu düşünmekte ve bu nedenle Kuzey Amerika'daki dağıtım sistemini yeniden ele alıp olası iyileştirme olanaklarını değerlendirmek istemekteydi. Söz konusu firma, ABD dışındaki iki fabrikada ürettiği arabaları deniz ya da demiryoluyla ABD'de yer alan beş dağıtım merkezine göndermekteydi. Araçlar dağıtım merkezlerinden ABD'deki 52 değişik metropoliten pazara dağıtılmaktaydı. Üretici firma, dağıtım merkezlerinden satıcı

acentalara kadar olan ulaştırma maliyetlerinin, dağıtım merkezlerinin acentalara daha yakın yerlerde kurulmasıyla düşürülebileceğini savunmaktaydı. Bu arada, müşterilerin ilk tercihlerini

hemen karşılama oranlarını yükselterek müşteri tatmini arttırılmak istenmekteydi. Bu sorunları çözebilecek, maliyet açısından etkin ve kabul edilebilir bir dağıtım sisteminin tasarlanması istenmekteydi. Öncelikle rastlantısal parametrelerin uzun dönem beklenen değerleri esas alınarak

deterministik bir matematiksel model oluşturuldu. Bu model aracılığıyla, hangi dağıtım merkezlerinin açılacağı ve bunların hangi metropoliten alanları besleyeceği, hangi fabrikaların hangi dağıtım merkezlerine dağıtım yapacakları ve her bölgeye yapılan yıllık taşıma miktarları belirlendi. Elde edilen bu sonuçlara dayanarak bir simulasyon modeli oluşturuldu ve burada dinamik bir ortamda matematiksel modelden elde edilen bulgular test edildi. Yapılan karşılaştırmadan elde edilen bilgilere göre matematiksel modele esas teşkil eden parametreler yeniden gözden geçirildi. Bu işlem ardışık olarak tekrarlanırken her iki modelden elde edilen toplam dağıtım masraflarının birbirlerine yaklaşması beklendi.

Ardışık çözümlerin, son ele alınan dağıtım sisteminde bir değişiklik önermemesi durumunda işlemleri durdurma esas alınmıştı. Çalışma dağıtım merkezlerinin sayısının 5'ten 17'ye çıkarılması durumunda toplam dağıtım maliyetlerinde yıllık 20 milyon dolarlık bir tasarruf sağlanmasının olası olduğunu göstermiştir. Bu, yaklaşık tüm dağıtım masraflarında %25 oranında bir iyileştirmeye karşılık gelmektedir. San Francisco, San Diego, Dallas, Chicago ve Orlando maliyet açısından en etkin olacak dağıtım merkezleri olarak belirlenmiştir. İlginç bulgulardan biri de 18 potansiyel dağıtım merkezinden Brunswick'te olanının hiçbir senaryo altında açılmasının önerilmemesidir. Oysa mevcut açık 5 dağıtım merkezinden biri burada yer almaktadır. Konu araştırıldığında, önerilen 17 dağıtım merkezi arasında Brunswick tarafından hizmet verilen bölgelere daha yakın iki dağıtım merkezinin daha bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca firma yetkilileri ile konuşulduğunda bölgenin seçilmesinde, geliştirilen

modellerde yer almayan bir başka faktörün daha varlığı ortaya çıkarılmıştır. Bu bölgede işçiler arasındaki sendikalaşma oranı oldukça düşüktür. Simülasyon çalışmasında elde edilen bir başka bulgu

ise envanter kontrol politikaları ile ilgilidir. Müşteri tatmin oranları, dağıtım merkezlerindeki envanter kontrol politikalarına, dağıtım merkezlerinin seçimi probleminden daha duyarlıdır.

BEYİN VE BİLGİSAYAR İLİŞKİSİ

Amerika Birleşik Devletleri Kongresi 17 Temmuz 1990 yılında şöyle bir bildiri yayınladı:

" Beyin Yılları, 1990-1999 Amerika Birleşik Devletleri tarafından bir bildiri:

İnsan beyni, birbiri ile karmaşık ilişkiler içinde bulunan 3 paund'luk bir nöron hücreleri kitlesidir. Tüm aktivitelerimizi kontrol eder ve yaradılışın en görkemli -ve gizemli- harikalarından biridir. İnsan zekasını, duyuların yorumunu, hareketlerin denetimini oluşturur. Bu inanılmaz organ bilim adamlarını olduğu kadar, bilim dışında olanları da şaşırtmaktadır. Yıllar boyunca, beyinle ilgili bilgiler -nasıl çalıştığı, hastalıklarında ve yaralanmalarında ne türlü bozukluklar olduğu- hızla arttı. Buna rağmen daha öğreneceğimiz çok şey var. Milyonlarca Amerikalının her yıl kalıtsal sinir hastalıklarına, Alzheimer gibi dejeneratif bozukluklara ya da inmeye, şizofreniye, otizme: konuşma, dil ve işitme bozukluklarına yakalanması beyin üzerinde araştırmaların devam etmesini zorlamakta ve gerektirmektedir."

Bildiri böylece sürüp gitmekte ve sonu yaklaşık olarak şöyle bağlanmaktadır:

1.Beyin

1.Tarihsel Süreçte Beyin

Küçük Asyalı Ezop,başlangıçta köleymiş,sonra azat edilmiş. Kölelik dönemindeyken efendisi, önem verdiği bir şölen için kendisine "dünyanın en güzel yemeğini ve aynı zamanda en kötü yemeğini" hazırlamasını emretmiş. Ezop da sofraya haşlanmış dil çıkarmış ve efendisinin bu sunuyu pek de beğenmemesi üzerine kendini, "Dilin yerine göre dünyanın en iyi şeylerini; yerine göre de en kötü şeylerini söyleyebileceğini" belirterek savunmuş. Ezop'un yaşadığı çağda (M.Ö. 6.yy.) düşüncelerin beyin tarafından oluşturulduğu bilinmediğinden olsa gerek; Ezop, beyin yerine dil pişirmiş. Oysa beyin en görkemli, en güzel, en üstün şeyleri düşünebileceği gibi en berbat, en şeytansı, en aşağılık şeyleri de düşünebilir. Düşünmekle kalmaz, tutsağı olan bedene

uygulatır da (dilde olduğu gibi. Yazılı tarih bize beyne yönelik ilginin yüzyıllar boyunca sürekli ve kendi içinde tutarlı gelişme gösteren bir süreç olmaktan çok aralarında uzunca bekleme süreleri barındıran

sıçramalar biçiminde ortaya çıktığı mesajını vermektedir. Bu gelişme biçiminin içsel ve dışsal nedenleri olduğu söylenebilir. İçsel neden ilgi odağı olan organın kendi özellikleri ile ilişkilidir. Organ beynin en önemli özelliği, karşı konulmaz biçimde ortaya çıkan nesnel gerçekliklerle ilgili gelişmelerin bilinç, dikkat, oryantasyon ve bellek eşliğinde ya da yardımcılığında izlenerek gözlemlere dönüştürülmesi ve gözlemlerin düşüncelere yol açmasını sağlamasıdır. Bu özellik, beynin organ olarak herkes için aşağı yukarı benzer özelliklerinin otomatik bir gereği olmayıp, açıkça, bu genel özelliklerin beyin yeteneği haline dönüşmesine yol açan iç mekanizma ayrıcalıklarının bireysel bir açılımıdır. Eğer bu önerme doğruysa, bunun anlamı; herkes için geçerli olan nesnel

gerçekliklerle sadece çıplak olarak karşılaşan genel ya da beyin yeteneği bakımından belirsiz olan bir organın gözlem ve düşünce süreçlerine ancak bireysel bir organ haline dönüşerek varabildiğidir. Böylelikle, beyin serüvenindeki kesikli sıçramaların; ister Eski Mısır'da, ister Antik Çağ'da, isterse de günümüzde ortaya çıksınlar içsel nedenini gözlemci ve düşünce yaratabilen bireysel beyin çalışması olduğu söylenebilir. Beyin sahibi canlıların incelenmesi bize, bunların ayrıca, bir kurallılık, hiyerarşi içerdiğini de gösterir. Öyleyse, beynin kendisiyle ilgili ilk temel kavrama girerken hemen karşımıza evrim kavramı çıkar. Bu nesnel gerçeklikle o denli ilgili bir kavramdır ki beyne ait bilgilerin öğrenilmesi sürecinde evrim bilgisi zorunlu bir yere oturur. Bu kavram, bize, incelediğimiz canlı beyninin iç dinamiklerinin boyutlarını, zenginliğini ve sınırlarını öğretir. İnsan beyninin kapasitelerinin sorgulanmasında bize yardımcı olabilecek çok güçlü ipuçları vardır. Bir kez,

morfolojik detaylılıkta çok zengin bir görünümü vardır. Onun kadar zeminini genişletmiş olan bir organ ve canlı beyni yoktur. Antropolojik çalışmalar benzer detaylılığa en azından 50 bin yıldır

rastlandığını söylemektedir. Bunun anlamı, ya da anlamlarından biri, beynin genel evriminin, çok uzak gelecekler için bile hazır bir yapı oluşturduğudur. Ve denilebilir ki bu, henüz kullanılmakta olan yapıdır ve genel evrim modelleri içinde kabul edilen morfolojik değişikliklere bu yüzden gitmemiştir. Mikroskobik yapı, bir açıdan inanılmaz ve karmakarışık bir görünümü, diğer açıdan ise bunların kendi aralarındaki hiyerarşiyi gösterir. Her ikisini de çağrıştıran veriler vardır. Bu verilerin elde edilmesi yeni olmayıp, her iki tür veri de en azından 100 yaşındadır. Nörolojik bilimler son yıllarda önemli ilerlemeler göstermişse de yine de yetersizliği yeterliliğinden fazladır. Ancak gösterdiği atılımlar ve gelecek için umut verici oluşu ve uğraştığı konunun önemi, içinde bulunduğumuz

yılların beyin yılları olarak kabulüne yol açmıştır.

2.Beyin ve Sinir Sisteminin Genel Görünüşü

Beyin ile ilgili şu gerçek çok bilindiği için olsa gerek, hep göz ardı ediliyor: beyin vücuda bağlıdır ve onunla sürekli iletişim halindedir. Sinir sistemine veriler yalnızca vücudun değişik yerlerindeki dönüştürücülerden gelir. Dönüştürücüler ışık, ses ya da basınç gibi kimyasal veya fiziksel etkileri elektro kimyasal işaretlere dönüştürürler. Bu dönüştürücülerin bazıları gözdeki ışık duyargaları gibi vücuda dışarıdan gelen işaretlere tepki gösterir, yani dış çevreyi izler. Başka dönüştürücüler ise daha çok vücudun içindeki etkinliklere tepki gösterir. Mide ağrınızın tutması ya da kandaki aside duyarlılık

göstermenizde olduğu gibi. Sinir sisteminin hareket çıkışı ise vücuttaki kasların çoğunu denetlemekle görevlidir. Ayrıca beyin hormonlar gibi birtakım kimyasal maddelerin vücuda salınmasını da etkiler.

3.Öğrenme ve Bellek

Beynin en önemli işlevlerinden birisi de insanın çevresinde olanları öğrenmesi ve edindiği bilgileri daha sonra kullanmak üzere depolamasıdır. Çevreden gelen uyarıların değerlendirilmesi ve uygun davranışların geliştirilmesi öğrenme yoluyla olmaktadır. Öğrenilen bilginin saklanmasını ise bellek sağlar. Öğrenme çok geniş bir kavram olup görme, işitme, dokunma, tat ve doku duyguları ile algılanan uyarıların beyinde ilişkilendirilme, tekrarlama gibi birden çok beyin işlemi sonucu gerçekleşir. Öğrenmenin doğrudan bir ölçümü yapılamayıp ancak ortaya çıkan davranış değişiklikleri ile değerlendirilebilmektedir.

Öğrenme biçimleri uyarı yanıt ilişkisine göre asosiye ve asosiye olmayan üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Çevreden gelen tekrarlayan uyarıya karşı oluşan belirli bir yanıtın, zaman içinde meydana gelen değişme, asosiye olmayan öğrenme biçimini oluşturur. Bu öğrenme biçiminde tekbir yanıt ve ona karşı oluşmuş başka bir uyarı ile ilişkilendirilmemiş belirli bir yanıt söz konusudur. Bir alt biçimi olan alışma uyaranın etkinliğinin zaman içinde sönmesi ve ilk ortaya çıkan yanıtın şiddetinin azalmasıdır. Bulunduğumuz odada saatin tik taklarını bir süre sonra duymamamız bu öğrenme biçimi

için bir örnektir. Bunun tam tersi olan duyarlılaşmada ise yanıtın şiddeti tekrarlayan uyarı ile artar. Ocak üzerinde çok sıcak olan bir kabı ilk ellediğimizde elimizi hızla geri çekeriz. Daha sonra kap ılıklaşsa bile biz kaba değdiğimizde kabın sıcaklığı ile uyumlu olmayacak şekilde elimizi hızla çekeriz. Bu iki tip öğrenme biçimi, en basit organizmalardan en karmaşık organizmalara kadar tüm

canlılarda kullanılır. Asosiye öğrenme biçimlerinden birisi, klasik şartlanmadır ve Pavlov'un köpeklerle yaptığı sindirim sistemi çalışmaları en bilinen örneği oluşturur. Daha önce tükürük salgılanmasına neden olmayan bir uyarı (zil sesi), belli bir süre ve aşamadan sonra salgılamaya neden olur. Zil sesini duyduktan sonra yemek verilen köpek, bir süre sonra bunun tekrarlanması sonucunda yemek verilmeden zil sesini duyduğunda tükürük salgısında artış olur. Zil sesi şartlı uyaran, yemek şartsız uyaran, zil karşısında oluşan tükürük salgısı şartlı reflekstir. Şartlı refleksin oluşması için şartlı ve şartsız uyaranların belli sayıda tekrar etmesi gerekir. Pavlov'a göre hayvanlar ve insanlarda öğrenme düşüncelerin ilişkilendirilmesi değil, uyaranların ilişkilendirilmesidir. Rescola ve Wagner bu model üzerindeki çalışmalarında klasik şartlanmanın tek başına şartlı ve şartsız uyaranın birlikteliği ve tekrarlanması sonucu oluşmayacağını ileri sürmüşlerdir. Rastgele bir araya gelen

uyarılar bir anlamlılık oluşturmuyorsa ne kadar sık tekrarlasa da öğrenme biçimine dönüşmez. Canlılar tüm olasılık ve bağlantıları değerlendirip birbiriyle ilişkisi olan şartlı ve şartsız uyaranları bir araya getirerek öğrenmeyi gerçekleştirir. Bir başka deyişle beyin, çevredeki birbiriyle bağlantılı ya da ilişkili olayları seçer ve saptar. Diğer bir önemli asosiyatif öğrenme ise operan şartlı öğrenmedir. Bu öğrenme biçimine deneme yanılma yöntemi de denmektedir. Klasik şartlanma iki uyarı arasındaki bağlantıyı içerirken, operan şartlanma bir uyarı ile canlının bu uyarıya karşı oluşturduğu davranışı

içerir. Skinner'in incelediği operan şartlanma modelinde bir kafes içine konan sıçan, bir ışık karşısında bir düğmeye basarak yiyeceğe ulaşacağını öğrenir. Başlangıçta yiyeceğe nasıl ulaşacağını bilemeyen sıçan, birbirinden farklı davranışlar sergiler ve önünde duran düğmeye rastgele basarken yemeğe ulaşır. Bu davranışını birkaç kez tekrarlayıp aynı sonuca ulaşan sıçan, ışık

yandığında düğmeye basar ve yiyeceğini alır. Farklı gibi görünen klasik ve operant şartlanmada temel kurallar aynıdır. Ödüllendirme ve kaçınma mekanizmaları gelişen davranışı belirlemektedir ve her iki şartlanma biçiminde de aynı sinir sistemi mekanizmaları yer alır. Tüm canlılar çevrede olanları ve rastlantıları asosiye öğrenme ile fark eder ve öğrenir. Ancak gerçekte şartlı ve şartsız uyaranlar, öğrenme modellerinde olduğu gibi tek başlarına ve düzenli aralıklarla tekrar etmezler. Canlılar karşı karşıya kaldıkları pek çok uyaran arasında aralarında yaşamını devam ettirmede önemli olan biyolojik olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu uyaranlar arasında bağlantı kurar. Bu asosiyatif öğrenme biçimleriyle canlılar birbiriyle ilişkili ve ilişkisiz olayları birbirinden ayırt ediyor ve çevrede olanların nedensel bağlantılarını saptıyor. Hangi uyarıların önemli olduğu, dikkate alınması gerektiği için ya daha önceden sinir sisteminde programlanmış doğru bilgi ya da sonradan öğrenme

gerekmektedir. Genetik ve gelişimsel programlama, değişik aşamalarda en basit canlılardan en karmaşık canlı olan insana kadar tüm canlılarda bulunmaktadır. İnsanın yaşamını devam ettirmesi, çevreye uyum sağlaması ve bulunduğu noktadan daha ileriye gitmesi öğrenme, esnek karar verebilme ve farklı uyaranlar arasında yeni bağlantıları fark edebilmesi ile gerçekleşebiliyor.

Edinilen bilginin saklanması ve geri çağrılmasına göre öğrenme ve bellek, iki ana guruba ayrılır. Çevremizde olanlar, evren, insanlar ve yerler ile olan bilgileri, sözcüklerle ifade edilen, tanımlanabilir bellek ya da deklaratif bellek biçiminde saklarız. Algı ve motor yeteneği gerektiren bazı işleri nasıl yapılacağı konusunda sözcüklerle ifade edemediğimiz, tanımlama biçimine getirilmemiş olan refleksif bellek biçimini kullanırız. Deklaratif belleğin oluşması bilinçli bir düşünme sürecini gerektirir. Bu süreç içinde değerlendirme, karşılaştırma ve bir araya getirme gibi bilişsel işlemleri kullanır. Deklaratif bellekten bilgilerin çağrılma işlemi yaratıcı bir süreç olup, yeniden sıralama, yeniden yapılandırma ve orijinal olanı yoğunlaştırma işlemlerini içerir. Bilginin deklaratif olarak depolanması, bizim kişisel algı yapımıza göre ve daha önce edinilmiş bilgilere göre kişiden kişiye farklılık göstererek oluşmaktadır. Refleksif bellek ise bir işlemin fark edilmeden çok

sayıda tekrarı sonucu zaman içinde birikerek oluşur. Bilinçli düşünme ya da karşılaştırma,değerlendirme gibi kognitif işlemler gerekmeden refleksif bellek oluşur ve genellikle kelimelerle ifade edilmez. Bazı algı ve motor yeteneklerin kazanılması, gramer gibi bazı kuralların öğrenilmesi refleksif bellek ile olmaktadır. Refleksif öğrenme için asosiye ve asosiye olmayan öğrenme biçimleri örnek gösterilebilir. Pek çok işlemde her iki bellek ve öğrenme biçimi de yer alır. Örneğin araba kullanmak başlangıçta deklaratif bellek ile gerçekleşirken bir zaman sonra refleksif belleğe geçer ve artık araba kullanma kuralları her kullanışta sözcüklerle ifade edilmez, kısaca otomatikleşir.

1.Kısa süreli bellek

Kısa süreli belleğin birkaç şekli vardır. Anlık diyebileceğimiz kısa süreli belleğe örnek olarak görsel olaylarla ilgili resimsel bellekten söz edebiliriz. Bu bellek şeklinde görsel uyarıları izleyen ard-hayaller vardır. Kişi bir cisme bir süre baktıktan sonra o cisim görme alanından çıkarılsa bile, bir süre daha bu cismin hayali gözünün önünden silinmez ve kişi bazı ek ayrıntıların farkına varır; sanki görmeye devam eder. Ancak, bu belleğin süresi çok kısa olup çoğunlukla bir saniyeden azdır. Süreyi uzatmak için, görsel uyarının parlaklığını arttırmak ya da bakma süresini çoğaltmak gerekir. Anlık görsel belleği sağlayan mekanizma gözün sinir tabakası nöronlarındaki fiziksel değişimlerdir. Biraz daha uzun süren kısa süreli bellek, sinir hücreleri arasındaki uyarıcı devrelerde bir süre devam edip giden elektriksel aktivite aracılığı ile gerçekleşir. Kapalı devreler şeklinde olan ve uyarıcı tepki oluşturan nöron zincirlerinde sinir akımları tekrar tekrar dolaşır (ongoing

neuronal activity) ve bu kapalı devrelerde akım dolaştıkça, o şey anımsanır. Akım tükenince o şey unutulur. İngiliz ruh bilimci Alan Baddeley bu belleği çalışma belleği olarak adlandırmaktadır. Bu bellek türü için verilebilecek tipik bir örnek, yeni öğrenilmiş yedi rakamlı bir telefon numarasını anımsayabilmektir. Kısa süreli belleğin ortalama kapasitesi de yedi birimliktir (5 - 9). Görüldüğü gibi kısa süreli bellek beyne iletilen bilgilerin giriş bölümünde, bir tampon görevini yerine getirmektedir. Alınan bilgiler (görüntü, sözcük veya sayısal bilgi) ilk önce kısa süreli bellekte işleme tabi tutularak gerektiğinde uzun süreli belleğe iletilmektedir.

2.Uzun Süreli Bellek

Uzun süreli bellek, kısa süreli bellekteki nöron zincirlerinde akan elektriksel aktivite gibi dinamik olaylara bağlı değildir. Çünkü böyle olsaydı nöronal aktivite geçici olarak durdurulduğunda, belleğin de tümüyle silinmesi gerekirdi. Örneğin, derin bir anestezi verildiğinde, beyine az oksijen gittiğinde ya da beyin soğutulduğunda kişinin geçmişini tümüyle unutması gerekirdi. Fakat bu durumlarda yalnız kısa süreli bellek bozulmakta, uzun süreli bellek ise sağlam kalmaktadır. Bu bakımdan uzun süreli belleğin, dinamik değil, plastik değişiklikler sonucu oluştuğunu düşünmek daha doğrudur.

Plastik belleğin temelini koşullu ya da koşulsuz reflekslerden gelen sinyallerle değişebilen protein molekülleri oluşturur. Böylece beyinde moleküllerden oluşmuş bir dilin ya da gramerin varlığından söz edilebilir. Yeni protein molekülleri sadece uyarılar (öğrenme) ile oluşmaz, kalıtsal olarak da oluşur. Bir bakıma canlılar kalıtsal olarak eğitilirler. Kalıtsal eğitim kusurlu olduğunda, akıl hastalıklarından ve davranış bozukluklarından söz ederiz. Moleküler düzeydeki değişiklikler dışında uzun süreli belleğin gelişmesi için nöronlarda şekilsel değişiklikler de oluşmaktadır. Bilindiği gibi, bir sinir hücresinden diğer sinir hücresine kimyasal ve bunun sonucu olarak da elektriksel uyarıların geçtiği kısımlara sinaps denir. Öğrenme nöronlar arasındaki sinapsların sayısında artma; unutma ise sinaps sayısında azalma yapmaktadır.

4.Bellek Sistemi

1.Bilginin alınması

Beyinde dikkat ve yoğunlaşma işlemlerini beyinde iki bölgede incelemek mümkündür. Beynin ön (frontal) bölümünde daha soyut, arka (parietal,oksipital) bölümünde görsel, işitsel ve motor yeteneklerin işlenmesi ile ilgili bilgiler alınmaktadır ve işlenmektedir. Alınan bilginin tanınması, daha önceki bilgilerle karşılaştırılması yapılarak olur. Tanıma işlemi beyinde derin yapılarda olmak üzere farklı işlevlere yönelik farklı yapılarda gerçekleşir. Bilginin daha sonraki işlemlerinin başlaması aşamasında beyinde bir biçimde tutulması gerekmektedir. Bu, kısa süreli belleğin tekrarlama işlemi ile gerçekleşir. Bu bilgi tutulamıyorsa ya alımında bir bozukluk vardır ya da yeni alınan bilgi bir öncekileri silmektedir.

Bilginin işlenmesi Bilginin kodlanması sırasında,bilginin işitsel yönleri yüzeysel ya da otomatik, kavramsal ya da semantik yönleri derin analiz yapılarak işlenir. Bazen bu analiz sırasında sözel bilgi görüntü halini alır ya da tam tersi olur. Her zaman bilgiler kodlanarak işlenmez, bazen değişmeden belli bir form haline dönüştürülerek kullanılır. Bununla bilginin miktarının azaltılması mümkündür. Bilginin ilgili olduğu kavramlar ya da yapıyla ilgili olarak bağlantısının kurulması da üçüncü basamağı oluşturur. Bu bağlantı kurma işlemi sırasında beyin kabuğunun (korteks)değişik bölümlerindeki sinir hücreleri senkron olarak aktive olmaktadırlar.

2.Bilginin depolanması

Bilginin uzun süreli saklanması, geçici bellekten kalıcı belleğe dönüştürülmesi işlemine konsolidasyon denmektedir. Kaza sonrası görülen geriye dönük unutma olayında yeni bilgilerin konsolidasyonun tam olmamasından kaynaklanan yeni olayların unutulması görülür. Depolama,özellikle iki taraflı temporal lop hasarında bozulur. Bellek kayıtları bir kez oluşup hep aynı kalan yapılar değildir ve sürekli yeni kayıtlar ile birlikte tekrar tekrar organize olurlar.

3.Bilginin hatırlanması

Bellek kayıtlarının kullanılabilmesi için tekrar aktif olmaları gerekmektedir. Geri çağırma işleminde de temporal lop ve içyapıları önem taşımaktadır. Bazen bilginin saklanmasında bir bozukluk yok iken geri çağırma işlemi bozulabilir. Bellek kayıtlarının geri çağırılmasında doğru ve yerinde olanların seçilmesi önemlidir. Tarama işlemi dediğimiz bu basamakta bir bozukluk varsa konfobulasyon dediğimiz kontrol dışı yanlış sözel yanıtların oluşumu ortaya çıkar. Kişi tam doğru olanı bulamadığından o an geri gelen bilgiler neyse onları ifade eder. Tarama işleminin bozulması, bellek kayıtlarının zayıflamasında da görülür. Bu durum sıklıkla beynin ön bölümü olan frontal lobun hasarında görülür. Her iki beyin yarı

küresinin birbirinden ayrıldığı durumlarda da sol beyin yarı küresi, diğer beyin yarı küresinden tam bilgiyi alamadığından yine aynı durum, konfobulasyon görülmektedir.

Sonuç olarak bellek ve öğrenme değişik biçimlerde olmaktadır ve belli aşamalarda gerçekleşmektedir. Bu işlemler sırasında beyinde farklı sistemler ve yapılar bir arada çalışmaktadır. İnsanın yaşamını devam ettirebilmesi ve davranışlarının gelişmesinde bu sistemler yer almaktadır.

2.Bilgisayarlar

Sistem olarak incelersek; insan, dış dünya ile ilişki kurabilen, dış dünyadan gelen uyarıları değerlendiren, bunlara anlamlı cevaplar veren bir sistemdir. İnsan dış dünyadan gelen uyarıları beş farklı kanal ile alır. Gözler görür,kulaklar işitir, burun koklar, dil tadar ve deri dokunur. Bu şekilde toplanan uyarılar beyne iletilir. Beyin bu verileri işler. Veriler birbiri ile ilişkilendirilir, bilgi haline getirilir ve saklanır.

Bilgisayarların veri toplama kanalları biraz daha değişiktir ama aynı işlevler bilgisayarlar için de söz konusudur. Klavye ile veri girişi yapılabileceği gibi, seri ve paralel çıkışları ile bilgi alış verişinde bulunulabilir. Son zamanlarda onsuz yaşayamayacağımıza göre, fareyi de veri girişi tarafına koymak gerekir. Gelen veriler bilgisayar içinde işlenir ve saklanır.

Bilgisayarların yapısını, birbirinin üzerine oturan katlardan oluşan bir binaya benzetebiliriz. En alt katlar donanıma aittir. Donanımın üzerine yazılım katmanları, daha sonra da veri katmanı gelir.

1.Donanım

Bu katlardan sadece donanım fizikseldir; elle tutulur, gözle görülür. Donanım kendi içinde birkaç kata yayılır. Günümüz bilgisayarları elektronik temellidir. Bu nedenle en alt kat, elektronik devreler katıdır. Bilgisayarcıların 200 MHz gibi sayılarla bahsettikleri, elektronik katmanının çalışma hızıdır. Elektronik devrelerin üzerinde doğru / yanlış gibi iki değer alabilen mantık devreleri vardır. Hepimizin her gün binlerce defa yaptığı evet / hayır, doğru / yanlış kararları, bu devrelerde yapılmaya çalışılır. Mantık devrelerinin ikili değerli olması, sadece bu günkü teknolojiden dolayıdır. Daha fazla durumlu mantık devreleri olsaydı gene de bilgisayarlarımız çok fazla değişmeyecekti. Donanımın bir üst katmanında artık daha işlemsel yapılar yer almaya başlar. Bu yapılar arasında bilgilerin depolandığı bellek, verilerin işlendiği işlemci, dış dünyaya açılan pencere olan girdi çıktı birimleri sayılabilir.

2.Yazılım

Donanımın bir üstüne baktığımızda artık elle tutulan yapılar bitmiştir. Nasıl kişilik, bellek elle tutulamazsa, yazılım katmanları da elle tutulamaz. En alt yazılım katmanı işletim sistemidir. İşletim sistemini bilgisayarımızın karakteri olarak düşünebiliriz. Birkaç işletim sistemi adı vermemiz gerekirse MS-DOS, MS-Windows, Unix sayılabilir. İşletim sisteminin üzerinde uygulama yazılımları yer alır. Uygulama yazılımları, bizim bilgisayar kullanarak iş yapmamızı sağlayan yazılımlardır. Bunların arasında Excel gibi tablolama, Word gibi kelime işlemciler sayılabileceği gibi bir muhasebe, ya da mühendislikte kullanılan bir çizim yazılımı sayılabilir. Bu arada bilgisayar oyunlarının da bu sınıf içinde olduğunu belirtmek gerekir.

3.Veri

En üst katmanda veriler yer alır. Bilgisayardaki en değerli öğe bir çoğumuzun düşündüğünün tersine donanım ve yazılım değil verilerdir. Bir şanssızlığın bilgisayarınızı kullanılamaz hale getirdiğini düşünün. Eski donanım ve yazılımınızın aynısını tekrar satın alabilirsiniz, ama verilerinizi satın alamazsınız. Bu nedenle verilerin sık sık kopyalanıp, kopyaların emin bir yerde tutulması önerilir. Bu duruma tam bir benzetme olmasa da hafızasını kaybetmiş bir insanı düşünebilirsiniz. Bu gün için beyindeki bilgileri, bilgisayarlarda olduğu gibi, bir dış ortamda saklama olanağımız yoktur.

4.Bellek

Bilgisayarda bellek bir raf sistemine benzer. Her rafın bir numarası vardır. Bilgiyi saklamak için önce bir raf seçilir ve bilgi rafa konur. Daha sonra bilgiye gereksinim duyulduğunda rafın numarası verilerek bilgi geri alınır. Bilgiye ulaşmak için rafın numarasının bilinmesi şarttır. Bilgisayarda bellek, ekonomik nedenlerle bir hiyerarşik yapı oluşturur. Bellek hızlandıkça pahalılaşır. En hızlı ve en pahalı bellek, işlemcinin içindeki "register" bellektir. Register kısa süreli veri tutmak için kullanılır. Örneğin üç sayıyı toplarken, önce ikisini toplayıp, sonuca üçüncü sayıyı ekleme işleminde ara sonucun register'da tutulması ve işlem biter bitmez register'in boşaltılması, register kullanımı için uygundur. Register'ları RAM(random access memory) bellek izler. RAM de register'lar gibi geçici olarak bilgi tutar. İşlemcinin üzerinde çalıştığı veriler ve bu veriler ile ilişkili olabilecek veriler RAM'de tutulur. İşlemci veri ile işini bitirince RAM'deki veriler de uzun süreli

bellek olan diske yazılır. Hem register hem de RAM bilgiyi elektronik olarak tutarlar. Bilgiye erişim de elektronik hızlarda olur. Bu avantajlara karşı RAM'in kötü bir tarafı vardır. Elektrik olmadan hatırlayamadığından dolayı elektrik kesildiğinde içindeki bilgiler kaybolur. Disk, RAM'a göre çok daha yavaş olmasına karşın hiyerarşide uzun süreli bilgi saklanabilecek bir ortamdır. Bundan başka bilginin disk gibi manyetik ortamda saklandığı teyp ve disketler vardır. Bunlar bilgiyi manyetik olarak sakladıkları için daha yavaştırlar. Ayrıca manyetik ortamlar dışında optik ortamlarda bilgi saklamak olasıdır. Bunun en güzel örneği CD-ROM'lardır.

3.Bilgisayar Ağları

İşlemci, bellek, çevre birimler gibi çeşitli donanım elemanları ve işletim sistemi ve uygulama programları gibi oldukça kapsamlı yazılım elemanları içeren bir bilgisayar sistemi oldukça karmaşık bir yapıdadır. Bu karmaşık yapıdaki bilgisayar sistemleri bir bilgisayar ağı yaratacak şekilde birbirine bağlandığında ortaya çok daha karmaşık yapılar çıkmaktadır. Bir bilgisayar ağının genel görünümü şekil 7'de verilmiştir. Burada aslında tek bir bilgisayar ağı olmadığını, birbiri ile gerek hiyerarşik gerek başka yapılarda ilişkilendirilmiş bir çok bilgisayar ağı olduğunu vurgulamak gerekir. Şekilde görüldüğü gibi bu ağlar birbirine tekrarlayıcılar, köprüler ve yol atayıcılar ile bağlanmışlardır. Tasarımcılar karmaşık yapıdaki sistemleri, biraz da doğayı gözlemleyerek, ya hiyerarşik yapıda, ya da bundan daha basit bir yapı olan katmanlı yapıda tasarlamaktadır. Buradaki genel amaç, bir sistemi meydana getiren alt sistemler ve alt sistemler arasındaki karmaşık arabirimlerin sayısını

azaltarak tüm sistemin genel tasarım ve üretim karmaşıklığını azaltmaktır. Katmanlı yapıların karmaşıklığı, hiyerarşik yapıların karmaşıklığından daha azdır.

Katmanlı yapılarda alt sistemler arasında sadece iki arabirim ilişkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla gerek bilgisayar sistemlerinin gerek bilgisayar ağlarının tasarımında katmanlı yapılar tercih edilmektedir. Bir bilgisayar ağını oluşturan donanım ve yazılım elemanları, işlevleri açısından katmanlar halinde organize edilmektedir. Burada bir alt katmanın bir üst katmana verdiği servisten söz edilebilir. Servis aslında alt katmanda tanımlanmış ve üst katman tarafından kullanılmakta olan bir işlevden ibarettir. Bu servislerin kullanılmasında geçerli temel kural şöyledir. Birbirine komşu olan üç katmanı önce i-1 i

ve i+1 olarak numaralandıralım. Orta katman i, sadece alt katman i-1 ve üst katman i+1'de tanımlanan servislere erişebilir, daha alttaki ve üstteki katmanların servisleri i tarafından kullanılamaz. Bu kuralın temel nedeni katmanlar arasındaki ilişkileri en aza indirmektir.

Benzer yada aynı katmanlı yapıda olan iki sistem, veya iki bilgisayar arasında, aynı seviyedeki iki katman arasında bir protokol tanımlanabilir. Katmanlar arası bir protokol, her iki katmanın birbiriyle bilgi alışverişinde bulunmasını sağlayacak kuralların tümünden oluşur. Katmanlar arası sanal olarak tanımlanabilecek bilgi alışverişi, gerçekte bilginin alt ve üst katmanlar aracılığı ile bir sistemden diğer sisteme aktarılması sayesinde yapılabilmektedir. Bilginin gerçekten iki sistem arasında belirli bir formda aktarılması, bu sistemlerin en alt katmanı olan fiziksel katmanlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bir sistemin katmanlı yapısı, katmanların arabirim işlevleri ve katmanlar arası protokollerin tümü bilgisayar ağları terminolojisinde bir bilgisayar ağı mimarisi olarak anılmaktadır.

Bilgisayar ağ mimarileri arasında ISO OSI referans modeli, TCP/IP, IBM'in SNA, DEC'in DECNET vb. mimariler sayılabilir. Burada sadece güncel olduğu için internet'i ayakta tutan TCP/IP ağ mimarisinin özellikleri kısaca tanıtılacaktır. TCP/IP ağ mimarisi basit olarak dört katmandan oluşmaktadır. En eski bilgisayar ağı mimarisi olan TCP/IP ağ mimarisi, bilgisayar ağlarındaki gelişmelerin önemli bir bölümünü oluşturan Arpanet/İnternet araştırma geliştirme çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. Yaklaşık olarak 2000 RFC belgesi, bu mimariyi oluşturan tüm protokolleri ve yapıları tanımlar. TCP/IP

ağ mimarisi katman yapısı, en üst katmandan en alt katmana doğru, katmanların çok kısa işlevsel tanımlarını da içerecek şekilde şöyledir.

Katman 4. Uygulama (Application) katmanı : Ağı kullanan uygulama programları ve bunlar arasındaki FTP (dosya aktarımı), TELNET (uzaktaki bilgisayarlara erişim ve login), HTTP (World Wide Web erişimi) vb. protokoller ve uygulamalar bu katmanı oluşturmaktadır.

Katman 3. Aktarım (Transport) katmanı : Uçtan uca hatasız mesaj gönderme bu katmanın görevidir. TCP ve UDP protokolleri bu katmandadır.

Katman 2. Ağ (Internet) katmanı : Veri paketlerinin iletimi, ağ içinde farklı yollardan yollanması ve tıkanıklıkların idaresi bu katmanın görevleri arasındadır. Internet'in doğru ve etkin çalışmasını sağlayan en önemli katmandır. IP ve ICMP protokolleri bu katmandadır.

Katman 1. Ağ erişim (Network access) katmanı : İletim ortamının fiziksel özellikleri bu katmandadır. Birbirine doğrudan bağlı iki nokta arasında iletim, bu katmandaki tanımlar çerçevesinde yürütülür.

Buraya kadar beyin, sinir sistemi, bilgisayar ve bilgisayar ağları konusunda genel bilgiler verilmiştir. Amaç bunlar arasında bir karşılaştırma yapabilme zemininin hazırlanmasıdır.

4.Beyin Bilgisayar Karşılaştırması

Beyin ve sinir sistemini bir bütün olarak alıp bilgisayarlar ve bilgisayar iletişimi ya da ağları ile benzerliklerini saptamak veya karşılaştırmak başlangıçta radikal görünebilir. Bilindiği gibi bilgisayarların ilk ortaya çıktığı zamanlarda ve daha sonraları, bilgisayarın insan beyninin işlevlerini yerine getirip getiremeyeceği açısından devamlı olarak bir değerlendirilmesi yapılmış, bu değerlendirmede hız, bellek kapasitesi, işlevsel zenginlik, zeka v.b. kriterler kullanılmıştır. Bilgisayarların keşfedildiği ve üretildiği ülkelerde ve ülkemizde 70'li yılların başında ortaya atılan bilgisayar sözcüğünden önce, elektronik beyin sözcüğünün sıkça kullanıldığını görüyoruz. Alt başlıklarda beyin-bilgisayar karşılaştırması, beyin/sinir sistemi bilgisayar/bilgisayar iletişimini de içine alacak şekilde genişletilmekte ve bu iki ayrı yapının birbiriyle bir benzerliğinin olup olmadığı yapısal ve karmaşıklık yönünden incelenmektedir.

1.Yapısal Karşılaştırma

Beyin ve sinir sisteminin bilgisayar ağı benzeri bir katman yapısının olup olmadığını anlamak için çok erken olduğu rahatlıkla söylenebilir. Beyin ve sinir sisteminde bir katman yapısı eğer tanımlanabilir ise, bu yapıda bir fiziksel katman olduğu açıktır. Fiziksel katmanı oluşturan temel öğeler beyin, beyincik, omurilik, gangliyonlar, nöronlar, aksonlar ve miyelin hücreleridir. Bu fiziksel katmanda elektriksel ve kimyasal sinyaller iletilmektedir. Fiziksel katman üzerinde katmanlı bir yapı var olup olmadığı, var ise kaç katman olduğu, katmanların işlevlerinin ve katmanlar arasındaki servis ilişkilerinin neler olduğu günümüzdeki açık sorulardır. Acaba katmanlar arasında belirli protokoller var mıdır? Bu protokollerin özellikleri ve karmaşıklıkları nelerdir? Katman başına kaç protokol vardır? Protokollerin işleyişi, örneğin zamanlaması ve güvenilirliği nasıldır? Tüm bu sorulara cevap vermek için henüz çok erkendir. Bilgisayar ağlarında tekrar ediciler (repeaters) fiziksel

katmanda çalışmakta, sinyal gücünü arttırarak sinyalin uzun bir mesafeye taşınmasını sağlamaktadır. Çünkü hat üzerindeki kayıplar dolayısıyla sinyal gücü zayıflamaktadır. Bunlara iki yönlü amplifikatörler olarak bakılabilir. Beyin ve sinir sisteminde ise tekrar edicilere benzer yapıları miyelin hücreleri (Schwann hücreleri) ve aksonlar oluşturmaktadır. Miyelin hücrelerine bir cins dağıtık tekrarlayıcılar gözüyle de bakılabilir.

Bilgisayar ağlarında köprüler (bridges) veri bağı katmanında çalışmakta, veri çerçevelerinin veri bağı katmanındaki adresler açısından filitrelenmesini ve akışının denetlenmesini sağlamaktadır. Beyin ve sinir sisteminde benzer yapıları gangliyonlar ve nöronlar oluşturmaktadır. Gangliyonlar aksiyon potansiyellerinin bir cins dağıtım ya da anahtarlama merkezleridir. Yol atayıcılar (routers) ağ

katmanında çalışmakta ve veri paketlerinin ağ katmanındaki adresler açısından filitrelenmesini ve akışının denetlenmesini sağlamaktadır. Beyin ve sinir sisteminde benzer yapıları yine gangliyonlar ve nöronların oluşturmakta olduğu düşünülebilir. Fakat katmanlı bir yapının var olup olmadığı bilinmediğinden aradaki farklar tam olarak açık değildir.

2.Karmaşıklık

Ölçüt olarak karmaşıklığı daha iyi bilinen bir bilgisayar ağı olan internet'in karmaşıklığı göz önüne alınabilir. İnternet günümüzün en karmaşık bilgisayar ağı ya da bilgisayar ağları federasyonudur. İnternet'te milyonlarca kullanıcı, milyonlarca adreslenebilir bilgisayar veya ağ cihazı bulunmaktadır. Veri sinyallerinin iletim hızı 200,000-300,000 km/sn, verinin iletim hızı 10,000-100,000,000 b/sn (ikili/saniye) aralığındadır. Kullanıcıların ya da bilgisayarların aynı anda bağlantı yapabilecekleri bilgisayar sayısı onlu/yüzlü sayılar seviyesindedir. Bilgi saklama kapasitesi, bellek kapasitesi olarak giga/tera sekizli seviyesindedir. Beyin ve sinir sistemine bakılacak olursa en karmaşık iletişim/denetleme sistemlerinden biri olduğu söylenebilir. Sinir sisteminde toplam olarak bir ila on milyar nöron olduğu varsayılmaktadır. Veri sinyallerinin iletim hızı azami 100 m/sn civarındadır ve ışık hızının çok altındadır. Saniyede gönderilebilen ikili olarak veri iletim hızını

belirtmek henüz olası değildir. Denetlenen hücre ve nöron sayısı ve bunların artış hızı gelişme çağında çok yüksektir, ergenlikte belki bir süre sabit kalmaktadır ve daha sonra yaşlandıkça azalmaktadır.

Toplam sayıların evrim sebebiyle artıp artmadığı tartışma konusudur. Nöronların aynı anda bağlantı yapabilecekleri nöronların sayısı onbinli sayılar seviyesindedir. Bellek kapasitesinin canlılar arasında farklılıklar gösterdiğini, fakat bir bilgisayarda olduğu gibi kesin değerlerle henüz ölçülemediğini belirtebiliriz. Tüm bu karmaşıklık karşılaştırmalarında, farklı ölçütler kullanıldığında farklı sonuçlar elde edildiği açıktır. Beyin ve sinir sisteminin tüm özelliklerinin, iç yapısının ve nasıl çalıştığının günümüzde tam olarak bilinmemesi sağlıklı bir karşılaştırma yapmada sorunlar doğurmaktadır. Diğer taraftan, bilgisayarlar ve bilgisayar ağları belirli bir evrim içinde insanlar tarafından tasarlanmakta, üretilmekte ve çalıştırılmaktadır. Dolayısıyla en ince detaylarına

kadar bilinmektedir. Benzer bir detay bilgi artışı beyin ve sinir sisteminde de sağlandığında çok daha sağlıklı bir karşılaştırma yapma mümkün olabilecektir.