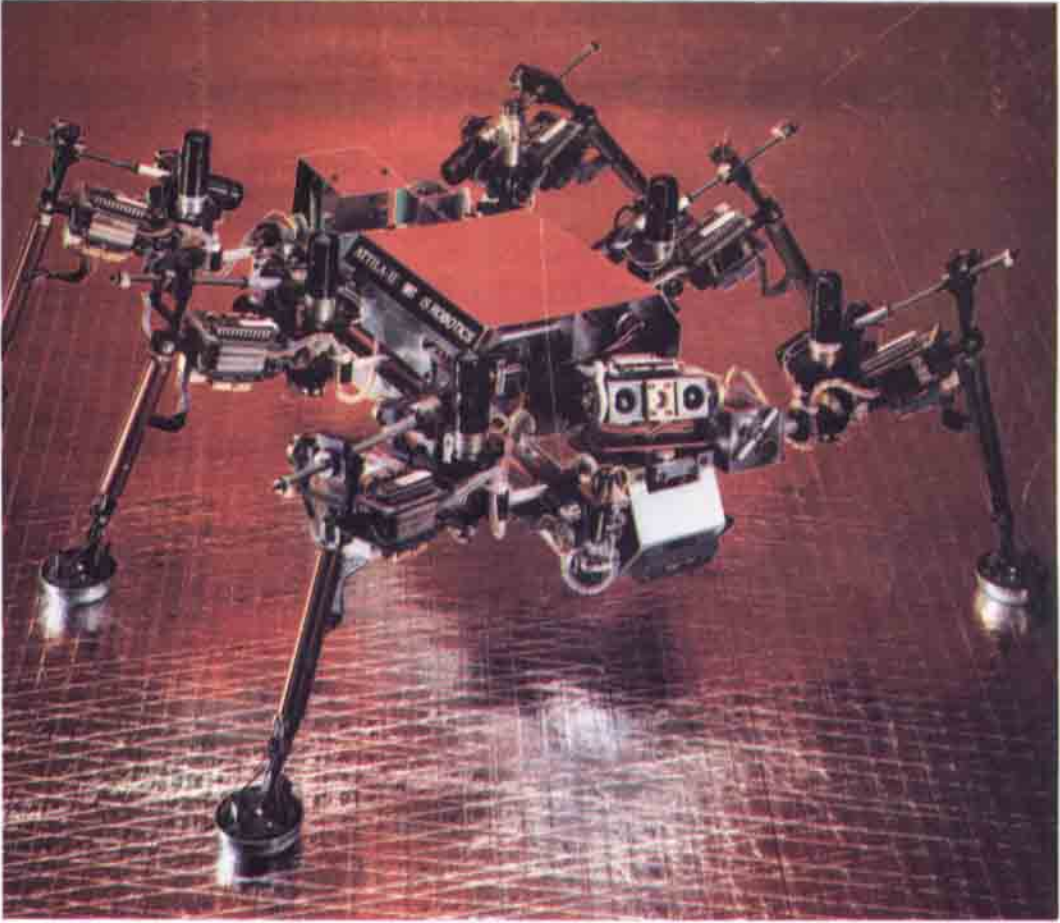


# YENİ NESİL ROBOTLAR



*Yapay zekâ çalışmalarının hedeflerinden biri, robotları daha işlevsel ve becerikli bir hale getirmektir. Fakat çok daha basit sistemlerden yola çıkan bazı bilim adamları, görünümleri biraz garip de olsa, hiç de küçümsenemeyecek yeteneklere sahip yeni robotlar yapıyorlar.*

**David H.FREEDMAN**

**A**slında Attila, isminin çağrıştırdığı gibi savaşçı bir robot değil. Evet, yaklaşık 30 cm boyunda, altı bacaklı bir böceğe benzediği için belki biraz ürkütücü görünüşü var; zaman zaman odaya giren ziyaretçileri de korkutuyor, ama saatte iki kilometrelik bir süratle kimseyi yakalayabilmesi mümkün değil. Zaten yakalasa da o an bırakıyor; aslına bakılırsa Attila'nın yaptığı tek şey, bir yere çarpmadan ayak altında dolaşmak.

Yine de bu küçük robot, yapay zekâ dünyasında bir çelişki ve tartışma kargaşasının başlamasına yetti. Bu kargaşanın asıl suçlusu, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nün (MIT) kural dışı elemanı, Attila'nın mucidi Rodney Brooks'du. "Artık yapay zekâ anlayışı tamamen değişti" diyor Brooks ve ekli-

yor, "diğerlerinin hepsi yanlış iz peşindeler, fakat çok istiyorlarsa bildikleri gibi devam etsinler".

Brooks'un niyeti meslektaşlarını incitmek değil. Fakat o, Attila ve onun neslinin dünyayı değiştireceğine inanıyor. Halen araştırma aşamasındaki bu yeni nesil, tek bir silikon parçasından oyulacak, kendi beyni ve motoru olacak, bir sinek büyüklüğünde ve bir oyuncak kadar ucuz olabilecek. Bu robotlar, en basitinden evdeki halınının içinde yaşayacak, geceleri dışarı çıkarak üzerindeki tozları tek tek toplayacaklar. Diğer tarafta ise, böcek robotlar rüzgarda uçarak ya da sinekler gibi dolaşarak başka gezegenleri keşfedebilecek.

Bir gezegeni araştırarak öyle hayâlî bir modelle kıyaslandığında Attila oldukça kaba ve beceriksiz gö-

rülebilir. Fakat, görünüş aldatıcıdır. Nitekim mucidi, Attila'nın cüssesine göre, dünyanın en karmaşık robotu olduğunu savunuyor.

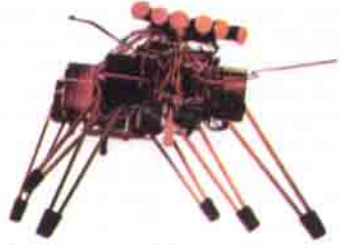
Aslında robotun donanımı hayli kalabalık, üzerinde 23 motor, 10 mikroişlemci ve 150 adet algılayıcı bulunuyor. Her bacağın üç bağımsız hareketi var. Bu sayede Attila engellerin üstüne tırmanıyor, dik inişler yapıyor ve tutunarak kendisini 25 cm yüksekliğe çekebiliyor. Daha önemlisi, Brooks'un "böcek zekasına sahip robot" teorisini hayata geçiriyor.

Robotlara olan genel yaklaşım, bunlara insan zekâ ve davranışlarını taklit ettirmektedir. İnsanlar bir problem çözerken semboller kullanır; kelimeler, sayılar, haritalar ve formüllerle yüzyüze olduğumuz dünyanın bir modelini kurarız. Yapay zekâ araştırmacıları, robotların da yazılımlarla bu tür bir dünya modeline sahip olmaları gereğine hep inanmışlardır. Örneğin, çöp kovasını boşaltacak bir robot yapabilmek için, binanın bir haritasını, dış kapıyı dolap kapısından ayırt edebilmek için gerekli verileri içeren bir programa ihtiyaç vardır.

Böyle bir robot bir odadan diğerine giderken koridorda duracak, video görüntüsünü analiz edecek, dikdörtgenlerin boyutlarını bir yığın görsel ip uçlarıyla karşılaştıracak, doğru dikdörtgeni kapı olarak algılayacak, kapının pozisyonunu bir haritaya yerleştirecek ve sonuç olarak da kapı olması muhtemel bu hedefe doğru ilerlemekle görevi yerine getirmiş olup olmayacağını değerlendirecektir. Tüm bunlardan sonra robot baktığı yöne doğru ilerleyip ilerlemeyeceğine karar verecek ya da başka bir çıkış arayacaktır.

Brooks'un projesinde ise, bir sembolik dünya modeline yer yok. Attila hiçbir zaman bir haritaya bakmıyor ya da planlar yapmıyor. Onun için tanıdık bir laboratuarda tur atmakla yabancı bir gezegende dolaşmak arasında fark yok. Tanıdık ve yabancı ayırımı yapabilmek yeteneğine sahip değil. Yani klasik anlayışa göre Attila hiç de zeki sayılmıyor. Tek yaptığı, dosdoğru gitmek; fakat bunda umulmadık derecede başarılı.

Brooks'un yapay zekâ anlayışında izleme, avlanma, ileri gitme, 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 zekâlar olarak işliyor. Kazananı, robotun alıcılarının o anda ne hissettiği belirliyor ve bu noktada diğer tüm davranışlar geçici olarak bastırılıyor.



**Attila'nın selefi Cengiz, deneme yapılmayla altı ayaklı bir böceğin hareketlerini keşfetmiş.**

Bu beyinsiz tasarımın şaşırtıcı yanı, Brooks'un böcek robotlarını oldukça zeki göstermesi. Örneğin Attila'nın önüne çıkan bir tuğlaya nasıl aştığına bakalım: Alıcı antenlerden birinin tuğlaya çarpması, "ön ayağı kaldır" komutunu doğuruyor. Eğer, ayak serbest hareket edemiyorsa bu kez dizdeki bir başka alıcı bunu hissediyor ve bu, "daha yükseğe kaldır" emrini veriyor. Eğer ayak tuğlanın üst yüzeyine erişmişse bu defa da "ileri git" komutu doğuyor ve Attila kendini yukarıya çekmeye başlıyor. Bunu yaparken, bacakları alıcılar ağırlıktaki değişimi fark ediyor ve "eklemleri döndür" fonksiyonunu harekete geçiriyorlar; Attila'nın bacakları yere dik oluncaya dek yuvalarında kayıyor ve böylece tuğlanın üzerine tırmanırken robotun arkaya devrilmesini engelliyorlar. Buna benzer bir seri hareket, Attila'yı engelin diğer tarafına indiriyor.

Brooks'un kurduğu mantıkta, "gerile" gibi tehlikeden sakınma davranışları, "avı izle" gibi daha üst seviyedeki fonksiyonları bastırıyor. Davranış hiyerarşisindeki her seviyenin gerçekleşmesi için bir altta-kinin 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.

Teorik olarak, her davranış kendi mikroişlemcisinde bağımsız bir program olarak çalışıyor. Gerçekten de, Brooks böyle bir düzeni Attila'nın ilk prototiplerinde denedi. Fakat bunun boş giden aşırı bir hesap yükü olduğu görüldü. Bunun yerine Attila'nın her bacağına ait, "yukarı kaldırmak" gibi basit işlemlere tahsis edilmiş mikro işlemcilerin yanı sıra "etrafta gezinmek" gibi karmaşık fonksiyonlar için ortak olarak kullanılan mikro işlemciler var. Alıcıdan gelen bilgi de paylaşıyor. Örneğin, antenlerin gönderdiği sinyaller tüm mikroişlemciler gidiyor ve her davranış birimi, nasıl bir cevap vereceğine karar veriyor.

Tasarımdaki bu basitlik, önemli bir avantaj getiriyor ve robotun çalışması için ağır bir hesap yükü gerekmiyor. Geleneksel kontrol programları düzinelerce yongaya ve hatta bilgi işlem için diz üstü bilgisayarlara ihtiyaç duyuyorlar. Sembolik modelleri ve beyin elemanını devreden çıkaran Brooks, algı cihazlarından gelen verileri doğrudan cevaba dönüştürebiliyor. Onun tasarladığı bu şema, teorik olarak sinek büyüklüğündeki bir silikon parçasıyla da başarılabılır.



**Seymour, tekerli bir casus gibi, insan bedenini yaydığı ısıyı takip ediyor. Heride düşük çözünürlüklü kameralarla diğer nesnelere de izleyebilecek.**



Attila'nın hareketleri etrafta olanlara doğrudan bir tepki olarak geliştiğinden, bu fonksiyon, "tepkisel" ya da "refleks cevap" olarak adlandırılıyor. Refleks hareketler, belki de çoğu insanın en çok kullandığı davranış biçimidir; aslında beynimizin yarısından daha azı üst düzey düşüncelere ayrılmıştır. Yani, bir odada yürürken, kafamızın içinde gideceğimiz noktanın bir haritasını çıkarmayız; vücudumuzun etki eden kuvvetlerin hesabını yapmayız ya da bacak eklemelerimizi nasıl oynatacağımızı düşünmeyiz. Bu yönden pek çok araştırmacı, Brooks'un bu modelini, son 40 yıllık çalışmalarının bir tamamlayıcısı olarak görüyor. Fakat bu, onlar için sadece klasik, tanımlayıcı bir beyni taşımaya yarayacak hareketli bir platform.

Öte yandan Brooks, robotlara soyut düşünmeyi öğretmeye çalışmanın boşa olduğunu savunuyor ve şöyle diyor: "Sonunda insanların sistemlerinin tepkisel bir parçaya ihtiyaç duyduğunu anlamalarına seviniyorum, fakat bence, tüm o klasik sistemlerin hiçbirine aslında hiç gerek yok."

Fakat, diğer araştırmacılar pek onun gibi düşünmüyorlar. Yapay görme sistemi üzerinde çalışan ve bir sineğin görme yeteneğini buzdolabı büyüklüğünde devamlı kontrol gerektiren bir cihazla gerçekleştiren Thomas Poggio, Brooks hakkında şunları söylüyor: "Yaptığı şeylerin çoğu, 50'lere dönüştürülen başka bir şey değil. Biz, tepkisel hareketin bir robotu sağa sola çarpmadan koruyacağını zaten biliyoruz; önemli olan, bir yol ayırımına geldiğinde sağa mı sola mı gideceğine karar verebilecek daha ileri bir zekâ modeli kurabilmek."

Hatta bazıları daha da ileri gidip, bu böcek robotların ancak öğrencileri eğlendirmeye yarayacağını dahi söylüyorlar.

Evet, Brooks da robotlarının diğer robotlardan daha ileri bir şey yapamadığını kabul ediyor ama, bunun yakında olabileceğini savunuyor. Ona göre şimdiki modellerden yola çıkılarak çok daha yetenekli robotlar yapılabilir. Tek yapılacak şey, geliştirdiği modüler yapının isteğe göre daha karmaşık davranış kalıplarıyla zenginleştirilmesi. Bunu yapmanın da, her yeni fonksiyon için ayrı bir yapay zekâ geliştirmekten çok daha kolay olacağını savunuyor.

Böcek robotların yetenekleri yalnızca bireysel hareketlerin toplamlarıyla sınırlı değil. Her ne kadar ha-

reketleri doğuran olay dizisi oldukça açık olsa da, çok basit tepkiler, bir araya geldiğinde, karmaşık fonksiyonlarla sonuçlanabiliyor. Örneğin, garip şekilli bir engeli aşmaya çalışan Attila, dengesini sağlayıp yürüyebilme için en doğru bacak hareketlerini kendiliğinden öğreniyor. Diğer taraftan geleneksel robotlar, tasarımcılarının hesap etmediği bir engelle karşılaştıklarında, ancak önceden programlanmış ve uygun olmayan cevaplar verebiliyor.

Öte yandan Brooks, her ne kadar kendi robotları diğerlerinden çok daha aptal gözüksede, işlerini başarabildiklerini söylüyor. Yap tıkları işte robotların daha hızlı, ucuz ve güvenilir olması beklenir. Örneğin, halı temizleyen küçük böcek robotları düşünün. Normal alışılmış bir robot modeli bu işi görmek için önce halının tozlu olduğuna karar vermeli, daha sonra en uygun temizlik yöntemini belirlemeli, elektrik süpürgesini bulmalı, bunları yaparken bir yığın hesaplama yapmalı; yani beyin gücü harcamalıdır. Fakat aynı işi görecektir. Şu an bize çok karmaşık gelen bazı şeyler, örneğin tıkalı bir damarın açılması da böyle basite indirgenebilecektir.

Brooks'un akıllı makineler yapma tutkusunu, daha çocukluk yıllarına dayanıyor. Henüz on yaşındayken vakitinin çoğunu robotlar yapmaya harcıyordu. Eski radyo ve hesap makinelerinden söktüğü parçaları yegane malzemeleriydi. Bu merakı doğrultusunda süren eğitim ve iş hayatının sonunda kendini MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)'de buldu.

Böceklerden ilham alınarak yapılan bir robota böcek benzeri bir vücudu yakıştıran kişi, Brooks'un grubunda çalışan lisansüstü öğrencisi Colin Angle oldu. Brooks'un daha önce yaptığı robotlar hep tekerlekli ve çoğu bir çocuk büyüklüğündeydi.

Örneğin, masaların üzerinden mesrubat kutularını toplayan Herbert, insan vücudundan yayılan ısıyı takip eden

Seymour ve kendi halinde tuttuğu yolu izleyen Toto. Angle, bu tekerlekli modellerden çok daha becerikli, karıncaya benzer 30 cm'lik bir robotu, Attila'nın selefi Cengiz'i ortaya koydu. 12 davranış kademesine sahip olan Cengiz, ayağa kalkabiliyor, Yürüyor ve savunmasız, yavaş bir avın peşinden gidebiliyordu. Son 3 yıldan beri ise, Angle, Cengiz'den



*Toto , herhangi bir harita, sembol ve yapay bir zekâyâ gerek duymadan yolunu bulabiliyor.*

daha hızlı ve zor ortamlara daha uyumlu yeni bir modelle, yani Attila ile uğraşiyor.

Brooks'un yaparak öğrenme felsefesine kendini kaptıran bir başka genç araştırmacı da, hatalarından ders alan ve kendini düzelten programlar yapan Belçikalı bilgisayar uzmanı Pattie Maes. En önemli katkılarından biri, robotun kendine yürümeyi öğrenmesini sağlayan, Cengiz'in kontrol programına yaptığı ilave. Bu, beyinsiz bir sistem için gerçekten de çok etkileyici bir yetenek.

Cengiz ilk çalıştırıldığında, bacakları rastgele hareketleniyor; her biri bağımsız bir davranış biçimiyle yönetiliyor ve bacakların hiçbiri, diğerleriyle koordinasyon için bir ön bilgiye sahip bulunmuyor. Fakat her bacağın hareketi, pozitif ve negatif geri beslemeye yol açıyor. Bu, robotun arkasında bulunan küçük bir tekerleğin ilerleme miktarını değerlendirmesi ve altındaki iki düğmenin de düşmeleri hissetmesiyle gerçekleşiyor. Bir iki dakika içinde her bacak, hangi sırada ve nasıl hareket edeceğine dair yeterli veri toplamış; yani tecrübe edinmiş oluyor ve Cengiz, tıpkı bir böcek gibi yola koyuluyor. Bir tarafta iki dış bacak ve öbür yanda ortadaki bacak birlikte öne adım atıyor. Bu konuda Maes, "o sadece neyin işe yarayıp neyin yaramadığını öğreniyor ve işe yarayan şeyi yapıyor" diyor.

Bununla birlikte böcekler, diğer bazı hayvanlar, örneğin atlar gibi, değişik hızlarda farklı bacak hareketleri, farklı yürüme tarzları gösterirler. Maes, Cengiz'in hızını artırarak onun da kendiliğinden yürüyüşünü değiştirip değiştirmeyeceğini görmek istiyor. Ayrıca robotlara saldırganlık, merak ve açlık gibi motivasyonlar ekleyerek her birine bir kişilik kazandırmanın yollarını arıyor.

Maes'in en iddialı hedeflerinden biri, iki robotun aralarında birbirlerinin hareketlerini gözleyerek kendi davranışlarını ayarlayan ilkel bir iletişim formu kurmak.

Böyle sınırları zorlamak iyi bir şey ama, acaba Attila faydalı bir iş yapabilir mi? Brooks, robotlarının özellikle uzay görevlerinde çok başarılı olabileceğini savunuyor. Örneğin, Ay'a gönderilecek üzerinde kamera taşıyan robotlar, daha önce incelenemeyen dağlık alanlarda ve karanlık içindeki kutup bölgelerinde keşif gezileri yapabilirler. İnsanlı bir Ay üssü ile kıyaslandığında, buraya götürülecek suyun bir litresinin 40 bin dolara mal olacağı göz önüne alınır, aradaki fark daha iyi görülür. Bunun da ötesinde, bu tür robotları Mars'a göndermek çok daha ilginç sonuçlar verebilir.

Fakat Brooks, böyle uzay görevlerine yönelik özel robotlar yapmak için henüz resmî bir yardım gör-



*Temsili bir Ay yüzeyinde Brooks, Ay ve Mars'ı keşfe gönderilecek özel robotların denemelerini yapıyor.*

müş değil. Şu an kısa vadede para getirecek bir projesi, robotlarının, nükleer santral ve zehirli atık temizleme tesislerinin kirlilik olan bölümlerinde çalıştırılmalarını sağlamak.

Gerçek böcek boyutundaki robot projesi ise, daha fazla ilgi görüyor. Bunlar, tıpkı elektronik devreler gibi silikondan oyulacak mikroskobik motorlarla çalışacak; tüm parçalar, alıcılara ve mikroilemcilere de dahil, tek aşamada entegre olarak imal edilecek. Ancak, şu an için bu boydaki bir robotu çalıştırabilecek boydaki pili gerçekleştirecek teknoloji mevcut değil.

Brooks'un son olarak üzerinde uğraştığı proje, tutmak ve taşımak için özel donanımı olan, fakat bireysel olarak ne yaptığını bilmeyen 20 robotun birlikte çalışarak basit yapılar kurmasını öngörüyor. Her ne kadar imkânsız gibi gözüksün de, Brooks, doğada bunun binlerce örneğinin olduğunu söylüyor ve ekliyor: "Meselâ, bir arı ya da karıncanın, neler olup bittiğine dair genel bir bilgisi yoktur; sadece bireysel olarak bazı basit kuralları uygularlar ve ortaya bal peteği gibi kompleks bir yapı çıkar."

*Discover Mart 92'den kısaltarak çev.:  
Murat BAYRAM*

**Doğru isimler,  
doğru bir işte buldukları zaman  
ortaya uluslararası düzeyde yapıtlar koyabiliyor.  
Azgelişmişliğin bir tanımı da  
doğru kadroları doğru işlerde kullanamamaktır.**