

BIYOMEKANİK MÜHENDİSLİK ATLETLERİN HİZMETİNDE

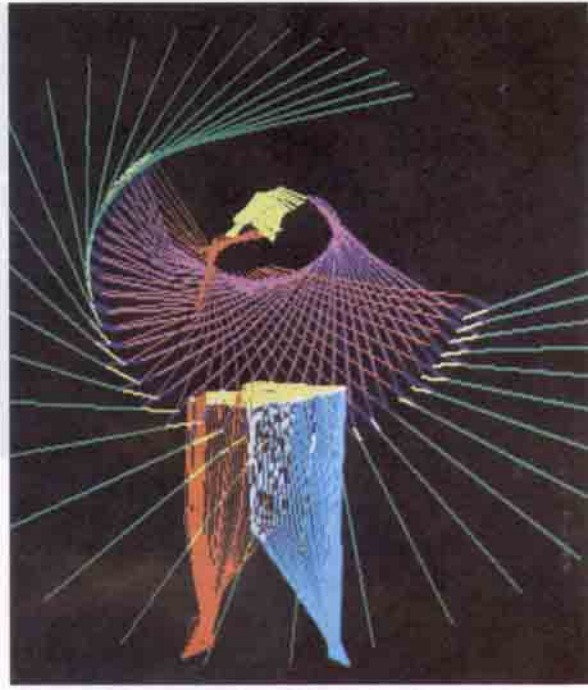
Tekla S.Perry

Yüksek hızda çalışan videoların ve kişisel bilgisayarların yardımıyla, insan hareketlerinin analizi, araştırma laboratuvarlarının fildişi kulelerinden atletlerin sahasına indi.

Olimpiyatlara hazırlanan bir atlet, antrenman sahasında bir mızrak fırlatır; mızrağın gidişini yüksek hızda görüntü kaydeden ve bilgisayara bağlı olan bir video kamera takip eder. Mızrağın izlediği yol, sayısal verilere dönüştürülür ve bilgisayara yüklenmiş yazılım daha iki dakika dolmadan, mızrağın atıldığı andaki konumu, hızı, yönü ve çizdiği yolun açılmasını hesaplayıp, bu değerleri daha önceden oluşturulmuş matematiksel bir 'en iyi mızrak atışı' modeliyle kıyaslar. Elde edilen sonuçları inceleyen antrenör, atlete bir sonraki sefer mızrağı biraz daha farklı bir açıyla fırlatmasını tavsiye eder.

İşte bu, yüksek teknolojiyle bütünleşmiş hareket analizidir. Dekatlon atletleri üzerinde denenmiş olan, insanın fiziksel faaliyetlerini matematiksel unsurlarına ayırma yöntemi, 90 yılının Mart ayında ABD'de Davis'teki California Üniversitesi'nde, seçkin mızrak atıcılarının eğitiminde kullanılmaya başlandı. Biyomekaniğin gelişiminden önce, 80'li yılların ortalarından beri spor biyomekaniğinde daha hantal bir yöntem kullanılıyordu. Bu eski yöntemde, yüksek hızda çalışan kameraların çektiği film, geniş bir elektronik masa üzerinde sayısal verilere dönüştürülüyor ve bu veriler bir kalem yardımıyla bir minibilgisayara iletiliyordu. Minibilgisayara yüklü yazılım ise, atletin kollarının, ayaklarının ve vücudunun çeşitli yerlerinin hareket açılarını, kuvvetlerini ve hızlarını hesaplıyordu.

Bu eski teknikle yapılan çalışmalarda, tek tek bireylere ait verilerin derlenmesi ve analizi çok uzun sürdüğü için, çalışmalar akademik araştırma projeleri şeklinde yürütülürdü. Sonuçları ise, yıllar süren uğraşlardan sonra basılıp, bu alanda çalışan doktorlara ve spor antrenörlerine, rehabilitasyon teknikleri ve egzersiz programları geliştirmelerinde yardımcı olması için sunulurdu. Şimdi ise, yüksek hızda çalışan taşınabilir video cihazları ve verileri sayısallaştıran bilgisayarları pahalı olmayan fiyatlarla edinip, hareket analizinde kullanılabilen sonuçları hızla elde etmek mümkün.

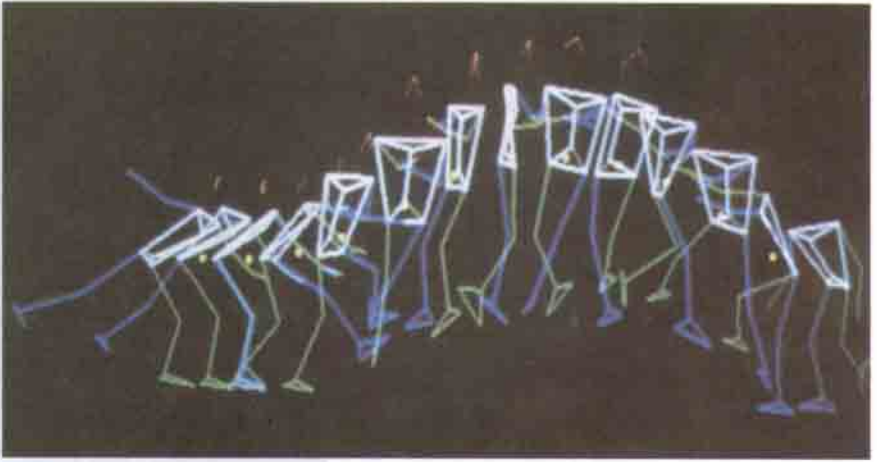


Bu gelişmelerin sonucu olarak, atletlerin performansına katkıda bulunmada biyomekanik kullanımı giderek yaygınlaşıyor. Bu alanda, Colorado Springs'teki ABD Olimpik Eğitim Merkezi (USOTC) ve California, Inglewood'daki Centinela Hastanesi Tıp Merkezi'nde sürdürülen geniş kapsamlı çalışmaların yanı sıra, biyomekanik çalışmalarını sporun tek bir dalı ya da olayı üzerinde yoğunlaştırmış üniversite araştırmacılarından söz etmek mümkün. ABD'de bunlara, koşu dalında Pennsylvania Devlet Üniversitesi, sırkla atlama dalında Northern Colorado Üniversitesi, mızrak atma ve uzun mesafe koşma dallarında Davis'teki California Üniversitesi, uzun atlama dalında Iowa Üniversitesi ve yüksek atlama ile çekiç atma dallarında Indiana Üniversitesi örnek gösterilebilir.

1989'un sonlarına doğru Colorado Springs'te toplanan Birinci Uluslararası Olimpiyat Komitesi Spor Bilim Kongresi'ne, hareket analizi, kuvvet testleri, elektromiyografi deneyleri ve diğer biyomekanik konularında çeşitli araştırmalar sunuldu. Kongreye çalışmalarını sunan araştırmacıların geldikleri ülkeler arasında, ABD, Hollanda, Batı Almanya, İngiltere, SSCB, Japonya, İtalya, Yunanistan ve Çin bulunuyordu.

1990 yılı içerisinde ise, Doğu Alman spor yetkilileri, kendi yaptıkları bir spor araştırmasının sonuçlarını satmayı teklif ettiler. Bunlara ek olarak, artık belli bir ücret karşılığında golf atışının ya da tenis vuruşunun analizini yapan özel firmalar da var. Hareket analiz sistemleri ve onunla ilgili diğer cihazlar ucuzlayıp kullanımları kolaylaştıkça ve daha işlevsel hale geldikçe bu gidişin daha da hızlanmasını bekleyebiliriz.

Buz üzerinde kayarken zıplama ve dönme hareketleri yapan bir insanın sayısallaştırılmış üç boyutlu şekli.



USOTC' deki bilgisayar bilimlileri bölümü başkanı Leonard Jansen bu konuda, "Atletik performansı geliştirmek için bilim ve teknoloji dışında tek seçeneğimiz ilâçlar; ilâç kullanmak ise kabul edilemez" diyor.

Bir laboratuvar ortamında, kişisel bilgisayarlara ya da iş istasyonlarına bağlı video kameraları kullanan otomatik sayısallaştırma sistemleri, atletlerin hareket bileşenlerini yakalayabilir. Fiyatları 30.000 dolardan birkaç yüzbin dolara kadar değişen bu sistemlerde hareketleri yakalayabilmek için, insan vücudunun önemli noktalarına ışık yansıtan markalar ya da ışık yayan diyotlar (LED) yerleştirilir. Şu anda bu tür sistemler, spor eğitim kurumlarında, üniversitelerdeki biyomekanik eğitim programlarında ve ortopedi hastanelerinde kullanılıyor. Örneğin, California'daki Centinela Hastanesi Tıp Merkezi, hastaları üzerinde diz bağlarını test etmek için böyle bir sistem kullandı; bu sistemde değişik bağların bir hastanın yürüyüş tarzı üzerindeki etkisini hızla kıyaslamak mümkün oldu.

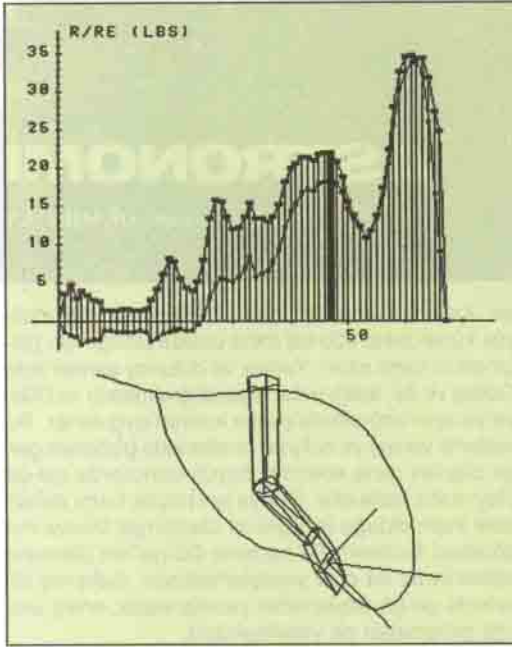
California, Santa Rosa'daki Manton Analysis Corp. firmasının geliştirdiği bir sistem, hareketleri yakalamada ışık yansıtma yönteminin kullanılmasına iyi bir örnek oluşturur. Bu sistemde, insan vücudunun gözlenmesi istenen noktalarına ışık yansıtıcı markalar (sayıları 30'u bulabilir) yerleştirilir. Bir Sun Microsystems Inc. bilgisayarına bağlı bir video işlemcisinin çalıştığı 4 video kamera, 200 Hertz'e de çıkabilen bir hızla bu markaları takip eder. Eğer gözlenen hareket, koşmak ya da yürümek gibi temelde doğrusal olan bir hareket ise, bilgisayarlara talimat verilerek, markalarla vücudun değişik bölgeleri arasında ilişki kurması, belli bir parlaklığı geçen noktaları belirleyerek bunları takip etmesi ve sonra bu noktaları bir araya getirerek, analize elverişli şekiller oluşturması sağlanabilir. Ancak bükülmeyi içeren hareketlerde, markalar görülmeyeceği ya da markaların çizdiği yollar örtüşebileceği için bilgisayar yazılımı iflas edebilir. Belki ileride, kameraların sayısını çoğaltarak bu soruna bir çözüm getirilebilir; yapay analiz yöntemleri de gelecekte çözüme yardımcı olabilir.

İsveç'te geliştirilen bir otomatik sayısallaştırma sistemi ise biraz daha değişik yöntem kullanıyor. Sel-spot adı verilen bu sistemde, marka olarak yansıtıcılar yerine, sayıları 120'ye dek varabilen kızıl ötesi LED'ler yerleştirilir. İnsan hareketi sırasında saniyede 10.000 kez yanıp sönebilen bu LED'ler ve bilgisayara bağlı bir denetleyiciyle, ışığı algılayan kızıl ötesi duyarlı bir kamera sayesinde, yazılıma hangi noktalarda ışık yandığı bilgisi ulaştırılır. Bir PC/AT, VAX ya da VME minibilgisayarına yüklenen yazılım ise, markalar ile insan vücudunun değişik bölgeleri arasında ilişki kurar.

Araştırmacılara bakılırsa, insan vücudunun karmaşık hareketlerinin, vücuda hiçbir müdahalede bulunmaksızın otomatik sayısallaştırılmasına belki 10 yıl belki de daha sonra ulaşılabilir. Böyle bir noktaya gelebilmek için, hareket biçimlerini tanıyan yazılımların geliştirilmesi gerekiyor. İnsan vücudunun hareket biçimlerinin tanınması ise, oldukça zor bir problem; bir ekleme bakma açınızı değiştirdiğinizde ya da değişik bir ışık altında baktığınızda aynı şeyi göremezsiniz. Biyomekanikçilerin bu alanda varmaya çalıştıkları ara adım, vücudun değişik noktalara değişik renkte markalar yerleştirilerek, bilgisayarın bu noktaları ayırt etme işinin kolaylaştırılması. Ancak, değişik ışıklandırılmalarla karşı karşıya kalındığında, bu çözüm yolu da yetersiz kalmakta.

Noktaları birleştirdiğimizde ne çıkacak? Günümüzün spor biyomekanikçileri, ya biyomekanik alanında akademik dereceye sahip uzmanlardan ya da mekanik veya biyomedikal mühendislik dallarında yetişmiş ve insan vücudu üzerinde etrafıca bilgiye sahip mühendislerden oluşuyor. Birçoğu kendi ülkelerinde atletik yarışmalara katılmış bu araştırmacıların çoğunun, veri toplamakta kullandıkları bilgisayar destekli sayısallaştırma sistemleri, atletlerin üç boyutlu şekillerini çıkartıyor ve otomatik olarak ağırlık merkezini, açılma ve doğrusal hızları, kuvveti ve göreceli açıları hesaplıyor.

Biyomekanikçilerin kullandıkları video hareket analizi yöntemi de, daha önceleri atletlerin vücutlarına müdahale etmeden elde edilemeyen bazı veri-



Bu görüntüler, olimpiyatlarda yüzme dalında dereceye giren Matt Biondi'nin, serbest stil kulacının 89 Kasımı'nda yapılan analizinden alınmıştır. En alta, tellerle oluşturulmuş kolun çizdiği kulaç yörüngesi, kulaç bir noktasında elin kolun konumu ile suya uygulanan kuvvetin yönü (elden çıkan vektörler) görülüyor. Üstteki grafikte, kulaç süresi boyunca uygulanan kuvvet çizilmiş (siyah sütun, alta elin bulunduğu noktaya karşılık gelen kuvveti gösteriyor). Üstteki eğri toplam kuvveti, alttaki eğri ise artı kuvveti göstermekte. Bu iki eğri arasındaki farka eksi kuvvet (sürüklenme kuvveti) denir ve yüzücünün amacı bu kuvveti en aza indirmektir. Buradaki verileri, Biondi üzerinde 1988 ve 1984'te yapılan ölçümlerle kıyaslayan biyomekanikçiler, Biondi'nin, bileğini yeterince dışarı bükmediği için, kulaçın sonunda eskisi kadar kuvvet uygulayamadığını saptadılar ve bunun düzeltilmesini önerdiler.

leri toparlamakta yararlı oluyor. IEEE Spectrum, 90 yılında Olimpiyat Eğitim Merkezi'ne düzenlediği bir ziyarette, eltopu takımı oyuncularının topu atış hızlarının denenmesini izledi. Topun hızını ölçmek için bir radar tabancası ya da zamanlama ışınları da kullanılmak mümkündür; ancak bunlarla tam atış noktasındaki (ki bu nokta her atışta değişir) hızı ölçülemezdi.

Bunun yerine, 18 oyuncu sırayla atış yaparken, video kameraları çekim yaptı. Biyomekanikçiler sadece bir tek noktayı, topun merkezini sayısallaştırıp, iki çerçeveye ayırdılar. Çerçeve oranını ve görüntünün göreceli büyüklüğünü (bunu ayarlamak için kameranın önüne bir metrelik bir çubuk kondu) bilen bilgisayar, atış hızını hemen hesapladı.

Yüzme sporunda anahtar rolü oynayan değişken ise, yüzücünün attığı kulaçın suya uyguladığı kuv-

vettir (genellikle 133 newton). Hareket analizi bilimi bu noktaya gelmeden önceki çalışmalarda, kuvvet ölçümleri yapmak için yüzücülerin ellerinin üzerine basıncı ölçen cihazlar yerleştiriliyordu; ancak bu cihazlar, elin su içindeki hareketini de etkiliyordu. Şimdi ise, ABD Yüzme Komitesi kuvvet ölçümleri için tamamen hareket analizine başvuruyor.

Biyomekanikçiler, yüzücünün kol hareketinin üç boyutlu koordinatlarını çıkarabilmek için iki tane su altı kamerasının ve bir bilgisayar destekli sayısallaştırma sisteminin yardımına başvururlar. Bu yolla elde edilen veriler, yüzme için özel hazırlanmış bir bilgisayar yazılımıyla incelenir ve kol hareketlerinin tellerle çizilmiş bir şekli elde edilir. Ayrıca, elin hızı (serbest stil kulaç atmada saniyede 0,3 m'dir.) kulaçın açısı, yüzücünün hızı ya da eğer varsa, yüzücünün etrafındaki suyun hızı (serbest stilde bir yarışta 1,8 m/sn'dir) verilerinden bir kuvvet eğrisi hesaplanır. Yüzme antrenörleri ise, bu verilere bakarak, yüzücünün kulaçının suya uyguladığı kuvveti artırıp artırmayacağını ve belli bir kasını güçlendirmek için ağırlık antrenmanına gerek olup olmadığına hemen karar verebilirler.

Yüzme dalında çalışan biyomekanikçiler, artık birçok uluslararası ve ulusal düzeyde önemli karşılaşmada ve hareket halindeki suda, kontrol altında yapılan testlerde atletleri videoya çekiyorlar. Aynı zamanda 1992 olimpiyatlarında su altında video çekimine hazırlanıyorlar. Böylece usta yüzücülerin hareket analizi daha genç yüzücülerin eğitimine kılavuzluk edebilecek.

IEEE Spectrum'dan çev.: Balaban CERİT

KRAMPLAR NEDEN MEYDANA GELİR?

Kramp, bir kasın irade dışı, şiddetli kasılmasıdır ve genelde kastaki oksijensizlikten meydana gelir. Eğer bir kas kasılırsa, enerji harcanır. Şekerin oksijen yardımıyla yanması ile meydana gelen enerji, hareketi oluşturur. Bu reaksiyon sonucu, ayrıca karbondioksit ve su da açığa çıkar.

Kaslara yapılan yüklenme esnasında, vücut yeterli miktarda oksijen alır. Uzun süreli yorgunluklarda, oksijen sarfiyatının arttığı görülür. Bu dönüştürme esnasında laktik asit de açığa çıkar. Laktik asit belli bir miktara kadar kaslar tarafından taşınır. Eğer yığılmalar çok yüksek olursa, kramplara sebebiyet verir. Kas tutuklukları da, laktik asidin fazlalığından meydana gelir.

Hobby'den çev.: İdris ÖZYILDIRIM