

Canlandırma

1. Giriş

Hareket eden nesnelerin, örneğin hızla yol alan bir araba, hızla koşan bir hayvan ya da dans eden bir insanın, belirli aralıklarla çekilmiş fotoğrafları arka arkaya gözümüzün önünden geçirildiği zaman, beynimiz bu nesnelere gerçekten hareket ediyormuş gibi algılar. Canlandırma, tek tek resimleri veya hareketsiz nesnelere, gösterim sırasında hareket duygusu verebilecek biçimde düzenleme ve filme aktarma işi olarak tanımlanabilir.

2. Çizgi Canlandırma

Canlandırma, yaygın olarak çizgi sinema biçimiyle karşımıza çıkar. Çizgi canlandırmada, hikayeyi oluşturan her kare, çizerler tarafından tek tek çizilir ve boyanır. 1930'lu yıllardan itibaren, Walt Disney Stüdyolarının da çok büyük etkisiyle, çizgi canlandırma sektörleşmiş ve kalabalık kitlelere ulaşmaya başlamıştır.

Çizgi canlandırmada kullanılan geleneksel canlandırma prensipleri daha sonra bilgisayarla canlandırma tekniklerine de uygulanmıştır. Bu prensipler kısaca şunlardır [1]:

- *Sıkıştırma ve Uzatma (Squash and Stretch)* – bir nesnenin deforme olabilme özelliğini ve kütleliğini, nesnenin şeklini hareket sırasında değiştirerek tanımlama
- *Zamanlama ve Hareket (Timing and Motion)* – hareketlerin zamanlamasını ayarlayarak nesnelerin ağırlıklarını ve büyüklüklerini tanımlama ve karakterlere kişilik verme
- *Hazırlanma (Anticipation)* – bir aksiyon için hazırlanma
- *Sahneleme (Staging)* – bir fikri çok açık anlaşılacak şekilde sunma
- *Takip Eden ve Üstüste Gelen Aksiyon (Follow Through and Overlapping Action)* – bir hareketin sona ermesi ve bu aksiyonun bir sonraki aksiyon ile ilişkisinin kurulması
- *Doğrudan Aksiyon ve Sahneden Sahneye Aksiyon (Straight Ahead Action and Pose-to-Pose Action)* – Aksiyonları oluşturmak için kullanılan iki farklı yaklaşım.
- *Yavaşlama ve Hızlanma (Slow In and Out)* – Anahtar kareler arasındaki karelerin

zamanlamasını değiştirerek aksiyonlara detay verme

- *Hareket eksenleri (Arcs)* – bir aksiyonun takip ettiği görsel yöünde
- *Abartma (Exaggeration)* – Bir fikri tasarım ve aksiyon ile abartarak vurgulama
- *İkincil Aksiyon (Secondary Action)* – Başka bir aksiyonun sonucu olarak oluşan aksiyon
- *Kişilik (Appeal)* – Seyredenlerin hoşlanacağı tasarım ve aksiyonlar geliştirme; karakterlere kişilik verme.

3. Bilgisayarla Canlandırma (Computer Animation)

Bilgisayar ve bilgisayar destekli grafik çalışmaları genele o kadar çok ulaşmıştır ki, canlandırma sektörünün de bilgisayar teknolojisinden yararlanmaması düşünülemez. Bilgisayarla canlandırma iki ana sınıfta incelenebilir [2]:

- Bilgisayar destekli canlandırma (computer assisted animation)
- Bilgisayarla yapılan canlandırma (computer generated animation)

Bilgisayar destekli canlandırma, geleneksel iki boyutlu elle çizilmiş çizgi canlandırmanın bilgisayar ortamına taşınması olarak düşünülebilir. Kağıt, asetat, fırça, rapido ve çeşitli uçların yerini artık bilgisayar, el veya masaüstü tarayıcıları, kameralar, fareler ve grafik tabletler alır. Bilgisayar teknolojisi, çizgi canlandırmanın oluşturulma sürecini hızlandırır, kolaylaştırır ve masrafları azaltır.

Bilgisayarla yapılan canlandırmada ise tüm görüntüler nesnelerin üç boyutlu modelleri ve gerçekçi aydınlanma modelleri kullanılarak oluşturulur. Bu yazıda, bilgisayarla yapılan canlandırmayla ilgili yöntemlerden bahsedilmiştir.

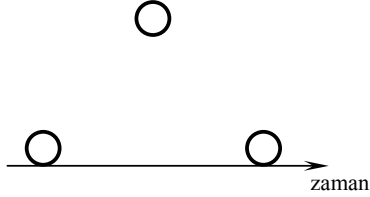
Bir sahneyi oluşturan nesnelerin, ışık kaynaklarının ve kameraların kendilerine özgü özellikleri vardır. Konum, boyut, şekil, biçim ya da renk gibi bu tür özellikler zamana bağlı fonksiyonlar olarak belirtilip, canlandırılabilir. Bilgisayarla yapılan canlandırma yöntemleri, zamana bağlı bu tür fonksiyonların tanımlanması olarak da düşünülebilir.

Canlandırma

3.1 Anahtar Kare Oluşturma (Keyframing)

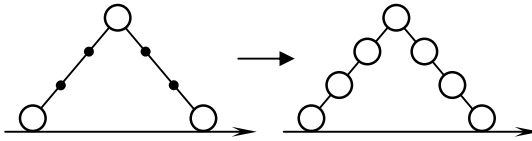
Çizgi canlandırmada karşılaşılan en büyük zorluklardan bir tanesi, her karenin tek tek elle çizilmesi zorunluluğudur. Tecrübeli çizerler daha etkin çalışabilmek ve zamanlarının tamamını bütün kareleri çizmekle harcamamak için sadece anahtar kareler (key frames) olarak adlandırılan önemli kareleri çizerler. Canlandırmanın ara kareleri ise, anahtar karelere bağlı kahnarak yardımcı çizerler tarafından çizilir.

Bilgisayarla canlandırma yöntemlerinde ise, anahtar kareler canlandırmayı yapan kişi, ara kareler de bilgisayar tarafından oluşturulur. Şekil 1'de zıplayan bir topun yerde, en üst noktada ve tekrar yerde olan durumlarını belirten üç anahtar kare gösterilmiştir.



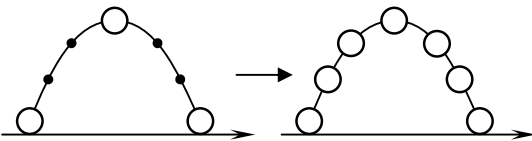
Şekil 1. Zıplayan bir topun canlandırmasını belirlemek amacıyla tanımlanmış 3 anahtar kare.

Ara kareleri oluşturmak için kullanılacak yöntemlerden birisi doğrusal interpolasyon yöntemleridir. Doğrusal interpolasyon yöntemlerinin kullanılması durumunda, canlandırılan top sabit hızla hareket eder ve anahtar karelerde ani hız değişimleri gözlenir (şekil 2).



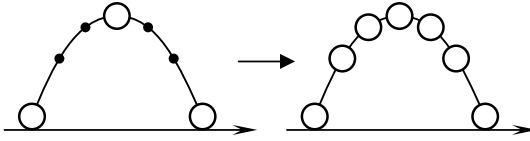
Şekil 2. Ara karelerin doğrusal interpolasyon yöntemleri kullanılarak elde edilmesi

Eğer hızda ani değişimler istenmiyorsa, Bézier, Hermite, ya da B-Spline eğrileri gibi eğri interpolasyon yöntemleri daha kullanışlıdır (şekil 3).



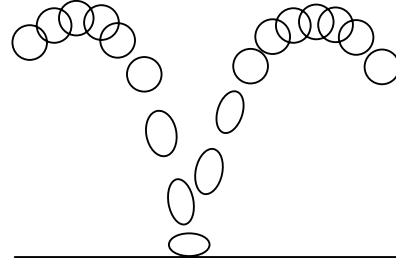
Şekil 3. Ara karelerin elde edilmesinde, Bézier, Hermite ya da B-Spline gibi eğri interpolasyon yöntemleri kullanılabilir

Zıplayan bir top, izlediği yol boyunca sabit bir hızla hareket etmez. Top, yere yakın olduğu zaman hızlı hareket ederken, yükseldikçe hızı düşer. Dolayısıyla, sadece topun izleyeceği yolu belirtmek gerçekçi bir canlandırma elde etmek için yeterli değildir. Örneğin, şekil 4'de gösterilen zıplayan top sabit bir hızla hareket etmeyip, anahtar kareler arasında hızını da değiştirmektedir.



Şekil 4. Anahtar kareler arasında topun hız değişmesi

Canlandırma sürecinde hareket eden nesnenin birden fazla özelliğinin değiştirilmesi de mümkündür. Örneğin, nesne hareket ederken büyüyüp küçülebilir, dönebilir ya da rengi değişebilir (şekil 5).



Şekil 5. Canlandırılan topun boyutlarının değiştirilmesi, topun esnek bir yapıda olduğunu belirtmek amacıyla kullanılmıştır.

3.2 Betik Canlandırma Dilleri

Canlandırmayı tanımlamak için özel olarak tasarlanmış betik diller kullanılabilir. Betik diller, canlandırmanın, algoritmalar kullanarak yönlendirilebilmesine olanak sağlar. Ancak, bu diller özel amaçlar doğrultusunda tasarlandığı için, canlandırmayı oluşturan kişinin bu dili öğrenmesi ve etkin olarak kullanabilmesi gereklidir.

Şu ana kadar geliştirilmiş birçok canlandırma dili vardır. Bu diller arasında öne çıkanlar ASAS (Actor Script Animation System) [3] ve MIRA [4] dilidir.

3.3 Davranışsal Canlandırma (Behavioral Animation)

Davranışsal canlandırma sistemlerinde, sanal bir ortamda bulunan bireylerin davranışları ve ortamlarla etkileşimleri, animatörün koyduğu kurallara göre

belirlenir. Çoğunlukla, bu kurallar ortamda bulunan engeller ve diğer bireylere bağlıdır. Her birey, karşılaştığı durum ve sanal ortamdan edindiği bilgiler doğrultusunda nasıl davranacağına karar verir. Davranışsal canlandırma yöntemleri, çoğunlukla, kalabalık hayvan sürüleri ya da ordular gibi canlandırılması gereken birçok ögenin bulunduğu ancak her ögenin benzer davranışlar sergilediği durumlarda kullanılır.

1987 yılında, Craig Reynolds'un kuş ve balık sürülerinin canlandırılmasıyla ilgili yaptığı çalışma ve araştırmalar [5], davranışsal canlandırma yöntemlerinin temellerini oluşturmaktadır. Reynolds'un ortaya attığı yöntemde, sürüde bulunan her canlının davranışı 3 basit kurala göre yönlendirilir. Bu kurallar şekil 6'da gösterilmiştir.

Craig Reynolds, davranışsal canlandırma konusunda yaptığı araştırmaları "Stanley and Stella in: Breaking the Ice" adlı canlandırma çalışmasıyla ortaya koymuştur. Ayrıca, davranışsal canlandırma yöntemleri, 1992 yılında "Batman Returns" (Batman Dönüyor) adlı filmde Gotham şehrinin caddelerinde yürüyen yüzlerce penguenden oluşan ordunun ve yarasa topluluklarının davranışlarının belirlenmesinde, "Lion King" (Aslan Kral) adlı çizgi filmde ise antilop sürülerinin canlandırılmasında kullanılmıştır [6].

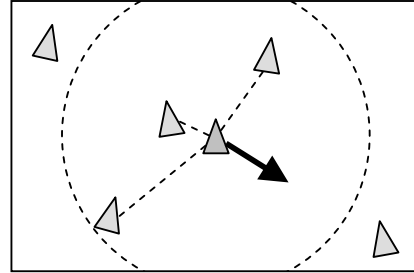
3.4 Eklemlili Yapılar (Articulated Figures)

İnsan gibi eklemlili yapıların modellenmesi ve canlandırılması, çoğunlukla eklemlili yapıların birbirleriyle birleştirilip bir iskelet oluşturulması yoluyla gerçekleştirilir (şekil 7). Eklem açılarındaki değişim, yapıya yeni bir duruş verir.

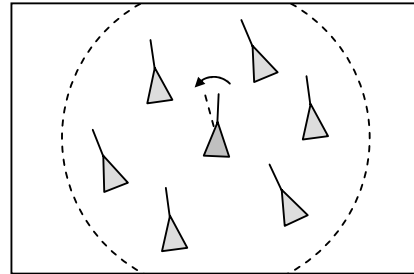
Animatör, eklemlili yapıya bir duruş kazandırmak için eklem açılarını teker teker belirleme yolunu seçebilir. İleri kinematik (forward kinematics) olarak adlandırılan bu yöntemde, eklemlili yapıyı istenilen duruma getirmek için gerekli eklem açılarının tahmin etmek kolay değildir. Ters kinematik (inverse kinematics) adı verilen diğer seçenekte ise, animatör, eklemlili yapının herhangi bir uç noktasının konumunu tanımlar ve bu konumu sağlayacak eklem açıları hesaplanır.

Hareket Yakalama (Motion Capture - Mocap)

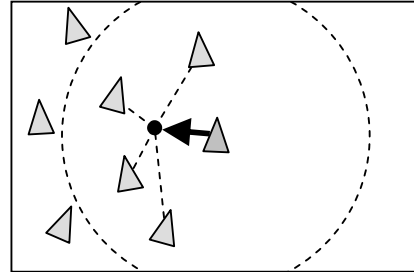
Hareket yakalama yöntemleri, canlı hareketlerinin (çoğunlukla insanların) tespit edilip üç boyutlu hareket verilerinin hesaplanması işlemine verilen addır. Elde edilen hareket verilerinin eklemlili yapılara aktarılmasıyla canlandırma gerçekleştirilir. Hareket yakalama yöntemleri, bilimsel araştırmalardan bilgisayar oyunlarına, savunma sanayiinden sinema sektörüne kadar çok geniş bir yelpazede kullanım alanı bulur.



Ayrılma (Separation): Yerel bölgelerde kalabalıklaşmayı engellemek için, sürüde bulunan her canlı diğer canlılara fazla yaklaşmamaya ve belirli bir mesafeyi korumaya çalışır.

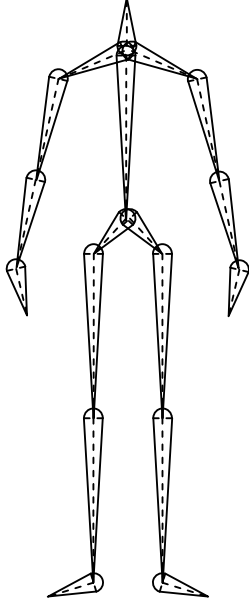


Aynı hizaya gelme (Alignment): Sürüde bulunan her canlı, diğer canlıların gittiği doğruyu boyunca hareket etmeye çalışır.



Birleşme (Cohesion): Sürüde bulunan her canlı, sürüden ayrılmamaya çalışır.

Şekil 6. Craig Reynold'un ilk olarak ortaya attığı davranışsal canlandırma yöntemlerinde, sürüde bulunan her canlının davranışı 3 basit kurala göre belirlenir.



Şekil 7. Bir insan modelinin canlandırılmasında kullanılmak amacıyla tasarlanmış eklemlili yapı

Hareket yakalama yöntemleri, verileri yakalamak amacıyla kullanılan teknolojiye göre 3 farklı sınıfa ayrılır. Bunlar optik (optical), elektromanyetik (electromagnetic) ve elektromekanik (elektromekanik) yakalama yöntemleridir [7]. Optik hareket yakalama yöntemlerinde, canlının üzerine kızılötesi ışınları yansıtan özel işaretçiler yerleştirilir ve bu işaretçiler hızlı algılama yeteneğine sahip özel kameralarla takip edilir. Optik yakalama yöntemleri pahalı olmasına rağmen, en az hatayla karşılaşılan ve en hızlı yöntemdir. Elektromanyetik hareket yakalama sistemlerinde ise canlının üzerine manyetik alana duyarlı alıcılar yerleştirilir. Düşük frekanslı manyetik ortamda hareket eden canlının hareketleri alıcılar tarafından saptanır ve üç boyutlu verilere dönüştürülür. Elektromekanik yöntemlerde ise, insan üstüne giyilen kıyafeti oluşturan mekanik parçaların dönüşlerinin saptanmasıyla üç boyutlu hareket verisi elde edilir. Giysiye giyen kişinin hareketlerinin kısıtlanması bu yöntemin önemli bir dezavantajı olmasının yanında, bu yöntem kişinin konumunu saptamakta da yetersiz kalır.

3.5 Fiziksel Tabanlı Canlandırma (Physically-Based Animation)

Fiziksel tabanlı canlandırma yöntemlerinde, animatör, sahnede bulunan nesnelere ait özellikler, kurallar ve kısıtlamalar ile gerçekçi hareketleri belirler [8, 9].

Ardından, nesnelere ait özellikler, kurallar ve kısıtlamalar ile gerçekçi hareketleri belirler [8, 9]. Ardından, nesnelere ait özellikler, kurallar ve kısıtlamalar ile gerçekçi hareketleri belirler [8, 9]. Ardından, nesnelere ait özellikler, kurallar ve kısıtlamalar ile gerçekçi hareketleri belirler [8, 9].

Fiziksel tabanlı canlandırma yöntemlerinin belirgin örnekleri arasında parçacık sistemleri, katı nesne dinamiği ve kumaş benzeri deforme olabilen nesnelere ait özellikler, kurallar ve kısıtlamalar ile gerçekçi hareketleri belirler [8, 9].

Kaynaklar

- [1] John Lasseter. Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation. SIGGRAPH 87 Proceedings. 35-44. 1987.
- [2] Rick Parent. *Computer Animation: Algorithms and Techniques*. Morgan-Kaufmann. 2001.
- [3] Craig Reynolds. Computer Animation with Scripts and Actors. SIGGRAPH'82 Proceedings, 289-296, 1982.
- [4] Nadia Magnenat-Thalmann ve Daniel Thalmann. *Computer Animation: Theory and Practice*. Springer-Verlag. 1985.
- [5] Craig Reynolds. Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model. SIGGRAPH'87 Proceedings. 25-34. 1987.
- [6] Demetri Terzopoulos, Bruce Blumberg, Przemyslaw Prusinkiewicz, Craig Reynolds, Karl Sims ve Daniel Thalmann. *Artificial Life for Graphics, Animation, Multimedia, and Virtual Reality*. SIGGRAPH'96 Course #36 Notes. 1996.
- [7] Gökhan Sönmez. *Mocap*. PC Life Dergisi. 2001.
- [8] Alan Watt ve Mark Watt. *Advanced Animation and Rendering Techniques Theory and Practice*. ACM Press. 1992.
- [9] Andrew Witkin, David Baraff, Michael Blum, David Tonnesen, ve Gary Monheit. *Physically Based Modeling: Principles and Practice*. SIGGRAPH'97 Course #19 Notes. 1997.

Uğur Gündükbay, Atılım Çetin

[Bilkent Üniversitesi, Ankara]