

ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYAR ANİMASYON'DA HAREKET

(Yüksek Lisans Tezi)

SABAHATTİN ÇALIŞKAN

Eskişehir

Eylül 1993

Eskişehir University
Eskişehir

Eskişehir University
Eskişehir

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Okutman. Sabahattin ÇALIŞKAN

ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAR ANİMASYON'DA HAREKET

(Yüksek Lisans Tezi)

Danışman

Öğr. Gör. Hikmet SOFUOĞLU

Eskişehir

Eylül 1993

Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane

ÖZET

Bu tezin amacı, üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemleri ile hareket kuramları arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaktır.

Araştırmamızda üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinin sağladığı hareket olanakları incelenmiştir.

Animasyon her karesinde bir çok değişikliklerin yapıldığı dinamik görüntüler oluşturma işlemidir. olan resimler bütünüdür. Üç boyutlu bilgisayar animasyon, bilgisayar ortamında üç boyutlu mekanda(x,y,z koordinatlarında), üç boyutlu modelleme programları aracılığı ile oluşturularak hareket ettirilmesi işlemidir.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon, iki boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinin bir uzantısı olduğundan genelde temel özellikleri aynıdır.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinin en büyük özellikleri yazılımlardadır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonda, objelerin birbirinden bağımsız hareket edebilmesi, şekilleri değişebilmesi, kamera, ışık'ların hareket edebilmesi ve en önemlisi anahtar karelerin bilgisayar tarafından tamamlanması, gerçek zamanda hareketlerin gözlenmesi sanatçılara yeni olanaklar sunmaktadır.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemleri ile gerçekte var olmayan hayali nesnelerin iki yada üç boyutlu bir ortamda incelenmesi olanağı bulunmaktadır. Böylece sanatçılar üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinde hareket öğesiyle çalışmalarına daha üst düzeyde bir duyarlılık ve estetik boyut kazandırmaktadırlar.

ABSTRACT

The main purpose of this thesis is to examine the relatedness between three dimensional animation systems and the motion theories. This study reviews the motion possibilities of 3-D Animation systems.

Animation refers to process of dynamical generation a series of frames, in which each frame is an alternation of previous frame. Three dimensional animation is a process of animation where dimensional objects created in three dimensional space (x, y, z coordinates) by three dimensional modelling programs. Because three dimensional animation is an extension of two dimensional animation their principles are the same.

The main features of Three dimensional animation systems are the software, morphing the shapes, animation the light, cameras and objects independently generating in between by computer, and previewing in real time allows to artist new possibilities.

The possibilities of three dimensional animation allows to create unrealistic models which can be reviewed in two dimensional of three dimensional space. This working motion element with three dimensional animation systems, artist add high level sensibility and aesthetic dimension to their work.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x

BÖLÜM

I. GİRİŞ

Sorun	1
Amaç	3
Önem	3
Sayıtlılar	3
Sınırlılıklar	4
Yöntem	4
Bilgilerin Toplanması	4
Tanımlar	5

II. HAREKET KURAMLARI

HAREKET	6
Hareket ve Algılama	8
RESİM ve HEYKELDE HAREKET	9
Bauhaus ve Hareket	12
SİNEMADA HAREKET	13
Sinemada Hareket Estetiği	15
H. Bergsonun Hareket Kuramı	17
Filmik Hareket.....	21

ANİMASYONDA HAREKET	25
Hareket	25
Animasyonda Hareketin Çözümlemesi	26
Animasyonda Hareketin Estetiği	28
III. ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYAR ANİMASYON	30
Üç Boyutlu Bilgisayar Animasyonunun Tarihçesi	31
ÜÇ BOYUTLU MODELLEME	33
Üç Boyutlu Modelleme Teknikleri	34
Dijitasyon (Noktaların Sayılaştırılması).....	34
Exturusion (Çıkarma)	35
Rotasyon (Döndürme- Eksende Devirle Obje Oluşturma)	36
Bölümler (Cross- Section)	36
İşlemsel Metodlar	37
Ekleme	38
Kesme	38
Kaplama	38
Co - planar Tekniği	39
Photogrametry	40
İstatistik Dağılım ve Fraktal Geometri	40
Gelişen Görüntüler ve Tanecik Sistemleri	42
Gelişen Görüntüler	42
Tanecik Sistemleri	42
Yüzey Yamaları ve Catmull Yöntemi	43
İkinci Derece Türev Denklemleri	44
Görünmeyen Yüzeylerin Çıkarılması	45
Çizgi Tarama Algoritması	45

Z Tampon Yaklaşımı	45
Cisimsel (Solid) Model Oluşturma	46
ÜÇ BOYUTLU NESNELERİN YÜZEY NİTELİKLERİ	47
Doku Haritalama (Texture Mapping)	52
PERSPEKTİF	54
Görüş Noktası (Kamera)	54
ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYAR ANİMASYONDA HAREKET.....	56
Fiziksel Hareketler.....	58
Fiziğe Dayalı Nesne Hareketleri.....	60
Fiziksel Dönüşümler (Morph)	64
Hareketin Taslak Görünümünün Hazırlanması (Preview)	66
Hareketin Değişim Oranlarının Hazırlanması	68
Kamera ve Işık Hareketleri	69
ANİMASYONUN KAYDEDİLMESİ	70
Kağıda Baskı	70
Slayt Çıktı (Saydam Çıktı)	71
Film Çıktı	71
Video Çıktı	72
Video Diske Kayıt	72
IV. ÖZET YARGI ÖNERİLER	73
EKLER.....	80
EK 1.	81
EK 2.	82
EK 3.	83
EK 4.	84
EK 5.	85
EK 6.	86

EK 7.	87
EK 8.	88
EK 9.	89
KAYNAKÇA.....	91

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
1. Extrusion (Çıkarma)Yöntemi	35
2. Rotasyon (Eksende devir) Yöntemi	36
3. Düz Gölgame Tekniği	46
4. Gouraud Gölgame Tekniği	47
5. Phong Gölgame Tekniği	49
6. Işın İzleme Tekniği	50
7. Terminator II Filminden	65

BÖLÜM I

GİRİŞ

Sorun

İnsan kendine özgü bir varlıktır. Birçok yetenekleriyle, hayal gücüyle diğer canlılardan ayrılır. Diğer canlılardan farklı olarak yeryüzünü biçimlendirir. Düşünen, inceleyen, araştıran, kültürel değerler yaratan, toplumsal kurallar koyan, duyuşsal, zihinsel, hareketsel güçleri olan bir canlıdır.

İnsanlar arasında anlaşma mimler ve hareketlere bağılı seslerden oluşun fonetik dille başlamıştır. Yani başlangıçta hareketin gözlemi ve taklidi vardı. Sonra çizgilerle, resimlerle, gelişen bir görsel dil ve piktogramlar, ideogramlar oluştu ve hareket sorunu dıştan içe inmeye başladı. "Yüzyıllar boyunca dinamik teknoloji ile hareketin çözümlenerek yeniden yaratılabileceğı icatlar yapıłana dek hep içte kaldı"¹.

Görsel değerlerin oluşumunda en dinamik ektenlerin biri de hareket sorunudur. İnsanlarda tarih boyunca görsel ilgiler hareket üzerine çok yoğunlaşmış ve giderek görüntünün hareket izlenimleri aşılarak doğruca hareket eden görüntü ya da imge aşamasının dinamik olgularına ulaşılmasıdır.

"Hareket sorununun eski ya da yeni dinamikleri içinde en ilginç görünen yanı, bir imgenin doğal ya da mekanik nesne hareketlerini taklit, bir başka türden imgenin özgün biçimiyle bağıntılı olan doğruca sanatsal nitelikle bir hareketin elde edilmiş olması arasındaki ayırımıdır. Birincisine doğal, ikincisine soyutlanmış hareket de denilebilir"².

Hareketin ansiklopedik tanımı "bir nesnenin belirli bir mekanda ve belirli bir süre içerisinde bir yerden bir yere konum değıştirmesi"³ olarak tanımlanmaktadır.

Newton hareket yasalarında, yalnızca güneş sisteminin merkezine bağlanmış yollar üzerindeki hareketler için geçerlidir. Bunlara mutlak yol denir ve yer kendi eksenini çevresinde döndüğünden ve güneşin çevresinde hareket ettiğinden, yere göre olan bir hareket mutlak

¹ Sezer Tansug, Herkes İçin Sanat, (İstanbul: Altın Kitaplar Yayınevi, 1982), s. 205.

² Aynı, s. 77.

³ Meydan Larousse, (İstanbul: Meydan Yayıncılık, 1971), s.609.

hareket değildir. Ama birçok durumda yerin hareketinin Newton yasalarına dayalı hesaplamalar üzerindeki Newton yasalarına dayalı hesaplamalar üzerindeki etkisi önemsizdir.

Newton'un hareket denklemi, bir cismin konumu, hızı ya da ivmesini belirli bir referans sistemine göre tanımlayan matematiksel formül; "bir cismin üzerine etkiyen kuvvetin (F), cismin kütlesi (m) ile kütle merkezinin ivmesinin (a) çarpımına eşit olduğunu gösteren $F=m \times a$ "⁴ Newton'un temel hareket denklemidir .

Görme duyumuna sunulan sanatsal-iletişimsel olgularda hareketi kitleye dönük biçimde kullanan araçlar sinema ve televizyondur. Ardarda birbirinden beslenen, kültür endüstrisinin klişeleri içinde dolanan ve bütün anlatisını bunlarla kuran bu bir başka gerçeklik çemberi animasyon, grafik ve özel efekt tekniklerindeki buluşlar her geçen gün daha da gelişmektedir. Giderek imgeler kendi aralarında alternatif bir dünya yaratır hale geliyor. Bu alternatif dünyanın en göz kamaştırıcı ürünleri bilgisayar grafikleri, özellikle üç boyutlu bilgisayar alanında görülmektedir.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon bilgisayar ortamında üç boyutlu mekanda (x, y, z koordinatlarında), üç boyutlu modelleme programları aracılığı ile oluşturularak hareket ettirilmesi olarak tanımlanabilir. Basit bir animasyon, objeyi bir yerden bir başka yere hareket ettirilmesidir. Fakat üç boyutlu bilgisayar animasyonunda objeleri birbirinden bağımsız hareket ettirilebilir, şekillerini ve hacimlerini değiştirme, kamera, ışık hareket edebilme olanakları bulunmaktadır. Ayrıca bilinen ya da gerçekte olmayan hayali nesnelere iki ya da üç boyutlu bir ortamda tasarlanarak, görsel hale getirilebilir.

Bilgisayar teknolojisinin grafik sanatlarının temel disiplinlerinden biri olan animasyon alanına girmesi ile grafik sanatı farklı bir boyut kazanmıştır. Sanatsal-iletişim olgusunda hareketi kitleye yönelik olarak kullanan araçlar sinema, televizyon ve bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle ortaya çıkan bilgisayar animasyon, türü üç boyutlu bilgisayar animasyonudur. Üç boyutlu bilgisayar animasyon hareket ögesini görmekten daha üst düzeyde bir duyarlılıkla, bir estetik boyuta yüklemesini sağlamıştır. Bu yaklaşımla hareket kavramı, üç boyutlu bilgisayar animasyonda, önemli bir öge olarak karşımıza çıkmaktadır.

⁴ Ana Britannica, (İstanbul: Ana Yayıncılık, 1988), s. 386.

Üç boyutlu animasyon bu yaklaşım içinde ele alındığı zaman özellikle hareket kavramının belirlenmesi, araştırmanın sorununu oluşturmaktadır.

Amaç

Bu çalışmanın amacı; üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemleri ile, hareket kuramları arasındaki ilişkileri ortaya koymaktır. Bu temel amaç doğrultusunda şu sorunlara yanıt aranmıştır.

- Resim ve heykel gibi durağan sanatlarda "hareket"ten ne anlıyoruz?
- Sinemada hareket kuramı ve etkileri nelerdir?
- Animasyonda hareket kuramı ve çözümlemesi nasıl belirlenmektedir?
- Üç boyutlu bilgisayar animasyon üretim süreçleri nelerdir?
- Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda hareket dizgeleri nasıl çözümlenmektedir?

Önem

Bu çalışma,

- Bu konuda eğitim yapan kurumlarda, lisans ve yüksek lisans düzeyinde bir kaynak oluşturabilir.
- Araştırmanın bulgularından, bu konuda eğitim veren kurumlar yararlanabilir.
- Gelecekte yapılacak benzer çalışma ve araştırmalar için bir çıkış noktası olabilir ve yeni sorun alanlarının belirlenmesinde ipuçları verebilir.

Sayıtlar

Bu çalışmada başvuru yazılı kaynaklar geçerli ve güvenilirdir. Bu çalışmada kullanılan üç boyutlu bilgisayar animasyonu hazırlama süreçleri Anadolu Üniversitesi

animasyon laboratuvarındaki teknik elemanların ve animatörlerin görüşleri ile ortaya çıkartılabilir.

Sınırlılıklar

Günümüz teknolojileri hareket sanatı ile ilgilenen film, video, bilgisayar ve halogram olarak başlıca dört değişik medya bulunmaktadır. Bu çalışma, üç boyutlu bilgisayar animasyonda "hareket" ile sınırlandırılmıştır.

Yöntem

Bu araştırma tarama yöntemine dayalı bir çalışmadır.

Bu araştırma, hareket kuramları ile üç boyutlu bilgisayar hareket sisteminin irdelenmesi amacıyla yönelik olarak; ikinci bölümde genel hareket kuramına ilişkin bilgiler, hareket kuramı ve algılamanın tanımı, resim ve heykelde hareketin önemi, Bauhaus ve hareket kuramının önemi, sinemada hareket kuramı ve hareket kuramı ile ilgili estetik düşünceler ele alınmaktadır.

Üçüncü bölümde ise üç boyutlu bilgisayar animasyonu ile ilgili bilgiler, üç boyutlu animasyonda modelleme teknikleri, üç boyutlu animasyonda hareket oluşturma süreçlerinin neler olduğunu ve hareketin nasıl gerçekleştirildiğini kapsamaktadır.

Bilgilerin Toplanması

Yukarıda sözü edilen bilgiler, ilgili konularda yazılmış 27 İngilizce, 1 Almanca, 19 Türkçe kaynak tarama ve Açıköğretim Fakültesi'nde bulunan bilgisayar animasyon laboratuvarında yapılan uygulamalar ve deneyimler sonucu elde edilmiştir.

Tanımlar

Bu araştırmaya özgü birçok terim ilk geçtikleri yerlerde tanımlanmıştır. Ancak sık sık kullanılan anlamının bilinmesi ve okuyucuya uygun bir bakış kazandıracak nitelikte görülen bazı terimler aşağıda tanımlanmıştır.

Hareket: Bir nesnenin belirli bir mekanda ve belirli bir süre içerisinde bir yerden bir yere konum değiştirmesidir.

Üç Boyutlu Bilgisayar Animasyon: Bigisayar ortamında üç boyutlu mekanda(x, y, z koordinatlarında), üç boyutlu modelleme programları aracılığı ile oluşturulup hareket ettirilmesi işlemidir. Üç boyutlu bilgisayar animasyonda, objeler bir birinden bağımsız hareket edebilir, şekilleri, hacimleri değişebilir ve kamera, ışıkların hareket imkanı bulunmaktadır.

Üç Boyutlu Bilgisayar Animasyon'da Hareket: Üç boyutlu bilgisayar animasyonunun, birçok içeri hareketi kapsar. Objeler zaman içerisinde hareket edebilir, büyüklükleri değişebilir, dönebilir ve deforme olabilirler. Yüzeydeki kalıplar(paternler) kendi içerisinde hareket edebilir, kamera pozisyonları değişebilir ve ışıklar sahneyi tarayabilir. Üç boyutlu bilgisayar animasyon'da, anahtar hareketlerin başlangıcı ve bitişi tanımlayan çizimler, KeyFrame dizgesi ile oluşturulmaktadır. Üç boyutlu bilgisayar animasyon'da, hareketin tanımlanması dört temel aşamada gerçekleşmektedir. Birincisi hareketin tanımlanması, ikincisi hareketin taslak görünümünün hazırlanması, üçüncüsü hareketin değişim oranlarının düzenlenmesi, son olarakta hareketin kayıt edilmesi işlemidir.

BÖLÜM II

HAREKET KURAMLARI

HAREKET

Bir nesnenin“ belirli bir mekanda ve belirli bir süre içerisinde bir yerden diğer bir yere konum değiştirmesine hareket diyoruz”⁵. Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi zaman, mekan, hareket kavramları bir bütündür. Bu kavramların birinin ortadan kalkması durumunda diğerlerinin hiçbir anlamı kalmaz. Fakat bu tanım genelinde bizi ilgilendiren "sanatsal hareket" (canlandırmadaki hareket) kavramıdır.

Tarihsel perspektif içinde doğal ya da yapay hareketin çözümü ve uygulamaya konması, tekniğin büyük bir gelişme gösterdiği 19. yüzyılın içindeki aşamalardan önce mümkün olmamıştır, ya da statik-mekanik uygulamalar düzeyinde kalmıştır. Fransa'daki Lascaux, İspanya'daki Altamira mağaralarının duvarlarındaki resimlerden, İsveç'te Tunç Çağı'ndan kalma Kivik anıtı üzerindeki resimlere; kimilerine göre İ.Ö. 5.000 yıllarına uzanan Karagöz'ün atası gölge oyunlarına; İ.Ö. 2.000 yıllarında Mısır'da firavunlar dönemindeki Ölüler Kitabı'nda yer alan çağdaş bir resimli romanı andıran dizi resimlerden Hitit kabartmalarına ya da eski Yunan'daki vazo resimlerine dek hep bu özlemi yansıtıyordu. Bu çabalar Rönesans'da da ve Yakın Çağ'da da devam etti; bu özlemi insanoğlu bir türlü gerçekleştiriyordu. İnsanların, tüm canlıların her çeşit hareketi büyük bir titizlikle inceleniyor, hareketin belirli bir anı; kağıda, beze, tahtaya, madene saptanıyordu. Hareketin belli bir anını büyük bir ustalıkla yansıtan bu çalışmalar büyük bir heyecanla izleniyor, fakat sonunda yine de bir eksiklik kalıyordu. Çünkü en ustaca gerçekleştirilmiş çalışmalar durağan hareket görüntüsünden öteye gidemiyordu. Ortaya çıkan eserler, canlıların en

⁵

Meydan Larousse, (İstanbul: Meydan Yayıncılık, 1971), s.609

hareketli halinden ortaya çıkıp donup kalmakta, taş kesilmekteydiler. Ama yine de insanoğlunun hareketi çözümlene çalışmaları sürmüştü, sanatçılar, hareketin belirli bir anını yakalayan resimler yapmışlardır. "Hareketi içeren sanatlar olarak, insanlığın öyküsünün ilk dönemlerine dek uzanan dans ve tiyatro vardı, ama bunlar doğadaki tüm hareketleri aktaramıyorlardı. Bunlardaki hareket de ancak bir kez yaratılıyor, ikinci kez gerçekleştirilmesi yeni bir çaba gerektiriyor ve hiçbir zaman bir önceki hareketin aynısı olmuyor, ilk hareketin aynısı geleceğe aktarılamıyordu. Bütün bunların nedeni, hareketi olduğu gibi herhangi bir gereç üzerine aktarmak ve bunu istediği zaman yeniden verebilmek çok güçtü"⁶.

"XVI. yüzyıldan beri bilinen "Camera Obscura" (karanlık kutu) ve "Lanterna Magica" (büyüklü fener, projeksiyon aracının atası) gibi teknik araçlar bile hareketin retinal ve ruhsal çözümünde bir rol oynayamamışlar, sadece "fantasmagori" türünden bazı gölge resimlerin dramatik-fantastik içerikli mekanik hareketlerini uygulamaya yaramışlardır"⁷.

1887'de Fransız Emile Reynaud, tiyatro ve pandonime olan ilgisi sayesinde, modern sinemanın büyük bir bölümünün keşfine katkıda bulundu. "Emile Reynaud "Praxinoscope" adını verdiği makinayla, resimleri hareketli görüyordu, fakat resimler potansiyel olarak görülüyor, çoğaltılan resimler prizma sayesinde algılanıyordu. "Praxinoscope etrafında değişik hareketleri yansıtan resimler yerleştirilmiş bir çemberdir. Yüzeyleri sırlanmış cam biçiminde 12 prizma, öyle düzenlenmiş ki, prizmaların merkezi, resimler yerleştirilmiş çember ile aynı hizaya gelir. Hareket verilerek çizilen resimler, çemberin merkezinde böylece görünürler"⁸.

Sanatsal birikime ilişkin sorunları, biçimsel sanat dallarındaki görsel değerlerin nicelik ve nitelik zenginlikleri yönünden incelersek, mimarinin, resmin ve heykel sanatlarının yanısıra, çağın sanatı diyebileceğimiz sinemaya ayrıcalıklı bir yer vermek zorunluluğu belirir. Sinema yalnız çağın sanatı diye adlandırılmakla kalmaz, insanoğlunun ruhsal dünyasının gizemlerini ortaya çıkaran, aydınlatan bir ışık kaynağı olarak da nitelendirilebilir. Sinemanın özellikle plastik sanatlar içinde ele alınma zorunluluğu, diğer plastik sanat olguları hakkında bazı bilgiler edinmeyi gerektirmiştir. "Gizli bir hareket potansiyeline sahip olan bu sanatların

⁶ Nejat ÖZÖN, *Sinema Elkitabı*, (İstanbul:Elif Yayınları, Birinci Basım, 1964), s. 16.

⁷ Tansug, *Önver*, s. 235.

⁸ Charensol Georges, Larousse Librairie: *Le Cinama*, Paris, 1966 s.222

tipik niteliği, kütle ve yüzey sorunlarını bir arada kapsamış olmasıdır"⁹.

Hareket ve Algılama

Hareket, gözlediğimiz nesnenin konumunda bir süre içinde olan değişikliklerin kavranmasıdır. Gerçek hareket algısının biyolojik temeli şöyle algılanmaktadır: "Görme anında hareket eden bir nesneden gelen uyarıcılar gözün duyarlı ađ tabakasında birbiri ardısıra, bir dizi halinde uyarmakta, bu uyarıların beynimize ulaşması ile hareket algısı meydana gelmektedir" ¹⁰. Sinema perdesi üzerinde gerçek bir hareket yoktur. Perdeye birbiri ardına durağan görüntüler yansıtılmakta ve böylelikle bir hareket algısı meydana gelmektedir. Buna "stroboskopik hareket" adı verilmiştir .

Felsefe ve sanat kuramcısı H. Bergson hareketin algılanmasında hareketin istenildiği kadar parçalara ayrılabilceğini ve her parçanın istenildiği gibi yeniden parçalanabileceğini vurgulamaktadır. Burada bizim dikkatimizi çeken daima hareketin süreksizliği, çünkü işlerimiz hep hareketin devamlılığına dayanması ve ona göre yapılıyor olmasıdır. Hareketlilik, hiç farkında olmadan kendi kendine düşünülebilir bir yapıda olur, bütün bunlar zihnimizin pozitif faaliyetleri ile tasarlanabilmektedir. Hareketin algılanması sürecinde zekamız negatif bir tasarlama süreci içerisindedir ve bunun içindir ki zeka, ancak hareketsizliği algılayabilmektedir. Diğer bir yandan çevremizdekiler çoğunlukla hareketli bir konumdadır. Fakat bizim bu hareketlerde dikkatimizi çeken, hareket edenin nereye gittiğini ve hareketinin herhangi bir anında nerede bulunduğunu bilmektir. Örneğin hareket eden birşeyin herşeyden önce şimdiki ya da ilerideki konumlarına bakarsak, onu bir yerden başka bir yere yer değiştiren ve hareketin kendisi olan ilerlemelere bakmalıyız. Sistemleştirilmiş hareketlerden olan eylemlerimizde dikkatimizi yalnız amaca ya da hareketin yönüne çekeriz, hareketli olan şey bizi ilgilendirmeye bilir, bir bakıma insan zekası harekete sırt çevirmiş bile denebilir. Çünkü onunla ilgilenmek için hiçbir ilgi göstermez. Eğer insan zekası sırf teoriye uygun bir yapıda olsaydı harekette yerleşirdi, çünkü hareket, realitenin kendisidir,

⁹ Tansug, Öner, s.236

¹⁰ Feriha BAYMUR, Genel Psikoloji, (İstanbul: İnkılap ve Aka Yayınları, 1978), s. 45.

hareketsizlik ise ancak görünürde ve relatif bir yapıda olmasıdır." Fakat zeka kendini tamamen başka birşeye vermiştir. Kendi kendini zorlamadıkça, tersine bir yönde gider, asıl realite, hareketsizlikmiş gibi algıladığı zaman bile hareketsizliğe dönüştürür. Kısacası zekamız açık olarak ancak hareketsizliği tasarlar"¹¹.

Diğer yandan Hilmar'a göre görme eyleminin, gözlerimizin fizyolojik özelliklerine bağlı olarak gelişen zihinsel bir süreç olması doğal olarak bizleri bu zihinsel süreci etkileyen ve yönlendiren algı ve dikkatin çıkış etmenleri olarak belirleyeceği; "birinci olarak, uyarıların yoğunluk ve büyüklüğü; ikinci olarak, yinleme; üçüncü olarak, ani değişiklikler ve son olarak da hareket ile iç etmenler diyebileceğimiz kişisel özellikler ile belirlendiği gerçeğine götürmektedir"¹².

"İnsan, günlük yaşamı sırasında devinen çevre içindeki dikkatini, yukarıda saydığımız özelliklere bağlı olarak nesne ve nesne toplulukları üzerinde gezindirir. Ancak, sinemada artık "aktif" bir izleyici olarak gözlerini yalnızca perde üzerine odaklar. Bu sinema yönetmenine verilecek en büyük şanstır. İzleyici, yalnızca kameranın bir nesneyi nasıl çektiğine bakmaz, bundan fazla olarak, seyirci olaya kameranın gözü olarak bakar"¹³.

O içinde bulunan ortamın yapısını, özelliklerini ortaya koyarak gerekli duygusal ortamın sağlanması amacını güdebilmektedir.

RESİM ve HEYKELDE HAREKET

Sanatın doğuş aşamalarındaki resim kompozisyonlarında figür ya da şema motiflerin büyüsel, simgesel bir içerik taşımalarının ötesinde ana niteliklerinden biri de saydamlıktır (transparance). "Figürlerden birinin diğerinin üzerine çizilmesiyle birbiri ardından görülebilmeleri ilginç bir düzen fikri oluşturur. Bunun zaman ve mekan duyusuyla ilişkisi vardır. Aynı düzen modern çağ sanatçılarında, özellikle Picasso (Guernica'lar) ve Braque, Klee gibi sanatçılarda yeniden belirir"¹⁴. Resim sanatının erken aşamalarından beri düzenin

¹¹ H. BERGSON, *Yaratıcı Tekamül*, (Çev. M. Şekip TUNÇ), MEB Basımevi, 1947, İstanbul, s. 202.

¹² Hilmar MEHNERT, *Film Fotografie und Fernsehfilm Fotografie*, Leipzig: (Web Verlag, 1971), s. 50.

¹³ Aynı, s. 51.

sürekli bir yöntemi aşarak, eşzamanlılığa erişme yolunda bir evrimi oluşturmuştur. Özellikle dinsel anlamlı resimlerde, figürlerin peşpeşe bir geçit törenini yansıtan sürekli düzen bütünlükleri içinde toplanmıştır. Yunan çağlarından başlayarak Roma'da devam eden bir tempoyla, figürlerin belli temalar ve tek çerçeve içinde düzenlendikleri yönde eşzamanlılık ilkesini yansıttıkları bir evrime dönüşmüştür. Rönesans ve daha sonraki aşamalarda, düzende eşzamanlılık ilkesi batı sanatı içinde geçerli olmuştur.

Klee çalışmalarında, doğadaki yaratma sürecini titizlikle inceler ve öğrencilerine bunu gerçekleştirmelerini ister ve sanat eğitiminde yeni bir yöntem uygular. Klee'nin atölyelerinde, öğrencilere verilmiş bir biçimi tekrarlatmamakta, biçim ve hareket oluşturmayı öğreniyorlardı. Bu biçimlendirme sıfırdan başlıyordu. Kağıdın üzerine kalemin dokunmasıyla beliren nokta çıkış noktası oluyordu. Noktanın hareketinden çizgi, çizgiden düzey, düzeyden hacim oluşuyordu. Oluşturulan biçimlendirme üzerine yapılan açıklamalar teoride kalmıyor, yeni buluşlarla oluşturulan sayısız biçimlendirmelerle destekleniyordu. Noktanın zaman ve uzam içindeki hareketi denge sorunları çözümlenmeye çalışılıyor. Bir bakıma hareket analiz edilmiş oluyordu. Klee, Bauhaus'da verdiği derslerdeki bu temel düşünce etrafında toplar. Önemli olan 'biçim değil işlev' dir . Doğadaki nesnelere dış görünümünü veren naturalist sanat, yüzeyde kalan bir doğa araştırmasına dayanıyordu. Klee'ye göre bu tür araştırmalar küçümsenilmezdi, ama yetersizdir, geliştirilmesi gerekiyordu; Klee, önemli olan biçim değil, işlevdir derken dış kalıbı değil, gelişme sürecinin, canlının ve onun zaman süresi içindeki hareketini (yürüme, yüzme, uçuş, vb.) onu ilgilendirdiğini söylemiş oluyordu. Böylece sanatçı görülenle yetinmeyip, görülenin ardındaki sorunlar üzerinde düşünmeye başlayacak, hareket sorunlarını bir bütün içinde ele alarak çözümlenmeye çalışacaktır.

Nesnelerle, bunların buldukları yer, kök saldıkları toprak ve yükseldikleri uzam arasındaki ilişkileri araştırarak ve "yerçekimi, yerçekiminden kurtulması, uçuş, yüzme, denge, vb. hareketli ve hareketsiz sayısız sorunla karşılaşacaktır"¹⁵.

Plastik sanatlar arasında, sözgeliliği, heykelin bir hareket anını dondurulmuş olarak

¹⁴ Tansug, Öner, s.239.

¹⁵ Nazar İPŞİROĞLU&Mazhar İPŞİROĞLU, *Sanatta Devrim*, (İstanbul: Remzi Kitabevi, 1991), s.35.

saptadığı, sanat bilginlerince ifade edilmiştir. Resim, heykel sanatçılarının tarih öncesi çağlardan beri türlü yaşamsal nedenlerle, doğadaki hareketi, özellikle avlamaları zorunlu olan hayvanların hareketlerini büyük bir dikkatle gözlemlemiş oldukları saptanmıştır. Ancak resim, bir nesne ya da canlının hareketini belli bir görme sistematiğine uygun olarak peşpeşe hareket aşamalarına bölerek ve bu aşamaları (bir canlandırma filminde olduğu gibi) peşpeşe gözönünden geçirerek gözdeki retinanın bu yöndeki algılayıcı duyarlılığını sınıamazsa, hareketi kinetik anlamda ortaya koymuş olmaz.

Hareket sorunuyla plastik biçim ilişkisinin tarihsel çağlar içinde bir çözüm şekli, kukla ya da daha geniş kapsamıyla hayal perdesi figür ve motiflerinin ortaya koyduğu olgudur. Tarihsel dönemlerde figür gerçek anlamda hareket olanağına böyle kavuşmuştur. Ancak daha sonraları, sözgeşi, Rönesans'tan sonra, mekanik araştırmaların sonucunda 'biblo' denebilecek birtakım figüratif örneklerin "kurulma" yöntemiyle belli hareketlere kavuşması da bir başka örnek sayılabilir.

20. yüzyılda sinema, imgelerin hareketlenmesi sorununu, bazen gerçekten dramatik sanatsal bir içeriğe kavuşturarak karşımıza koymayı başardı. Öteyandan 20. yüzyıl, plastik sanatlarda hareket sorununu, doğruca plastik figür ya da nesnenin bir iç mekan ya da dışta 'mobil' (hareketli) bir özellik taşıyabileceği örneklere kadar vardırdı. Bu örneklerde nesnenin fiziksel yapısı rol oynadığı kadar, teknik yöntemler ve elektrik enerjisinin kullanımı da hareket sorununun çağdaş bir dinamizme ulaşmasında geçerli olanaklar sağlayabilmiştir.

Plastik sanatların tarihsel oluşum serüvenleri yönünden modern aşamanın hareket kavramına özel bir anlam getirdiği gerçektir. Ancak hareket, duran bir obje ya da figürün dinamik özü içinde kavranabilen tarihsel bir anlamda ortaya koyabilmiştir. Objelerin bir "hareket motifi içinde ele alınarak resim ya da heykelde karşımıza çıkardığı bir hareket sorunu vardır. Örneğin, eski Mısır'da, Mezopotamya'da uygarlıkların dinsel sanatında figürlerin peşpeşe yürür biçimde oluşturulmaları böyledir"¹⁶.

¹⁶ Tansug, Öner, s.240.

Bauhaus ve Hareket

1919 yıllarında sanat üzerine en önemli ve en çok yaygın etkiyi Almanya'da Wemer kentinde Bauhaus okulunca gerçekleştirilmiştir. Bu okulun kurucusu bir mimar olan Walter Gropius'tur. Kandinsky, Klee, Feinringer-Scllemmer gibi Gropius zamanının özenli ve üretken sanatçılarının öğretmeni olarak yeni bir okul kurma başarısını gösterdi.

Bu dönemde çevresinde pekçok aktif destekçi bulunmuş ve dünyaca önemli kişiler de onun bu düşünce biçimine katılmıştır. Lyd Mondrian, Giedion, Werfel, Einstein gibi... Kısa bir süre sonra da sanat öğretmenleri Bauhaus'a gelmişlerdir. Laso Mokoly-Nagy ve Johannes Itten.

Okulun önemle vurgulanacak felsefesi Gropius'un 1937 yılında yayınladığı "Mimari ve Bauhaus" kitabında anlatılmıştır. Gropius, " Bauhaus'un herşeyi kapsayan bir çalışma alanı içeren çağdaş bir mimariyi gerçekleştirme amacı için kurulduğunu yazar. Bu federal birliğin hükümranlığı altında değişik sanatla -her düzenleme dalı, her form tekniği- koordine edilmeli ve kendileri için kararlaştırılmış yerlerine oturtulmalıdır. Sybil Makoly-Nagy'nin biyografisinde, hocası ile ilgili olarak Laslo Moholy-Nagy'nin, Viyana'da Ludvig Kassel ile birlikte yazdıkları makaleden söz eder. "... değiştirmeliyiz, yaratmalıyız, çünkü hareket yaratmaktır. Hareket bir denge içinde olmalıdır, çünkü form ancak böyle yaratılabilir"¹⁷.

Bu tür genel yaklaşımlarla, bir sanat ortamına ilişkin düşüncelerin nasıl değişikliğe uğratılabileceklerini ve bunların bir başka sanat ortamına nasıl uygulanabileceğini anlamak hiç de zor olmamıştır. Örneğin heykel sanatıyla ilgili olarak Bauhaus kavramları yepyeni bir temelden başlamıştır. Bir heykel ne sadece bir benzetme ne de bir düzenlemedir. Bir mekan içinde varolacak biçimde düzenlenmiş bir şeydir. Mekan içinde bulunan herşey gibi heykel de içinde bulunduğu mekanı, mekanda yer işgal eden yontuyu tanımlar. Mekan ve mekansal ilişkiler heykeli değiştirdiği gibi heykel de içinde bulunduğu

¹⁷ Robert EDMONDS. *Sight and Sounds of Cinema and Television Teacher College*, Columbia University, New York-Londra, 1982, s. 51-58.

mekanı bazı yönlerden değiştirmiştir. Bu nedenlerle Bauhaus sanatçıları, heykeli, mekan değiştirici ya da mekanı değiştiren birşey olarak tanımlamışlar. Açıkça heykel, mekan üzerinde bulunması nedeniyle hir hacimsel harekete sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bauhaus sanatçıları üç türde hareket türü bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Heykeldeki hareketler, heykel üzerindeki bazı yerlerde dışa doğru fırlayan dışbükey formlar oluştururlar. Bunlar 'pasif hareketler' olarak adlandırmışlar. İçbükey hareketler ise giderek uzaklaşan hatta yok olan bir form içinde oluşmaktadır. Bauhaus okulu düşünürleri buna 'negatif hareketler' adını vermişlerdir.

Bauhaus okulu düşünürlerinin savundukları üçüncü bir hareket türü daha bulunmaktadır ki bu hareket biçiminin açıklamak oldukça güçtür. " Şöyle düşünelim, bir ip parçası alalım ve ucuna bir ağırlık bağlayalım. Ağırlık aşağıya gelecek biçimde ipi elinizde tutun. Dairesel bir hareket oluşturacak biçimde ipi hafifçe sallayın ve ne türde bir şekil oluşturduğunu gözleyin. Bir koninin oluştuğunu göreceksiniz. Koninin şekli, ağırlığın dönüş hızına göre değişir. İpin salınımını durdurduğunuzda koni de yok olur. Açıkça, sadece hareket anında mekan içinde bir hacim oluşmaktadır. Hareket olmadığında hacim de yoktur"¹⁸. Bu türden hacimleri Virtual olarak adlandırmışlar.

SİNEMADA HAREKET

Sinema düşünürü Jean Mitry, felsefe ve bilimde olduğu gibi, sanatın da kaynağının dinsel olduğunu belirtir. İnsanın ritm duygusunu özellikle eski çağların dinsel dans hareketleriyle kavradığına dikkat çeker. Sanatların görsel, işitsel vb. gibi çeşitliliği üzerine düşüncelere de yer veren Mitry, herhangi bir resmin "akıp giden bir hareketin statik bir anı" olarak karşımıza çıktığına değinmiştir. Mitry'e göre, resimdeki hareketin iki cephesi vardır: biri, doğrudan doğruya resim olgusuna ait bir hareket olması, diğeryse bir olayın hareket benzerliğini yansıtmasıdır.

Dinsel heyecan yaşantısının giderek estetik bir heyecan yaşantısı haline

¹⁸ Edmons, Öner, s.58.

dönüşmesi fikri de Mitry'de yer almıştır. Ancak ruhsal yönden dinsel ve estetik duyusun birbiriyile özdeş planda bir ikilemi sürdürdüğü de söylenebilir. Gerçekten de dinsel bir resmin, hem estetik, hem dinsel planda algılanışı yüzyıllar sanra da dikkati çeker. Sanat yapıtıyla seyirci arasındaki ilişki bazen vecd, kendinden geçme ölçüsünde algılamaya varan bir görünüm de ortaya koyar. Estetik niteliklerle mistik nitelikler arasında, seyircinin belli bir yönde tatmin olanağını araştırdığı bir kaygı sürüp gider. Bunun nedeni de, sanatın doğuşundan bu yana insanın bir bunalım (angoisse) halini aşabilmesi ve onu çevreleyen dünya üzerinde güvenliğinin kanıtlandığı bir imajın aldatıcılığına gereksinim duymasıdır. “Böylece sanatın yalnızca toplumsal bir fenomen değil, ruhsal bir zorunluluk ve estetik bir gerçeklik de olduğu sonucuna varılabilir. Mitry "güzel sanatların sistemi" başlığıyla giriştiği açıklamalarda sanatın eski çağlardan beri 'zaman ve mekan' sanatları olarak iki büyük sınıfa ayrıldığını belirtir. Ancak birçok estetikçinin sanatları sınıflandırma sorununa önemli bir eğilim taşıdıklarını da ekler. Örneğin, Lalo'nun sanatları 'doğal' yapılarına göre sınıflamasına yer verir. Söz gelişi, sinema hareket (aksiyon) türleriyle bu sınıflamaya girer. Hatta bu yanıyla sinemanın görsel yanı bile hareket yanından daha az önem taşımıştır”¹⁹.

P. Nedoncelle ise sanatları duyu temeline göre sınıflamıştır. Göze hitap eden ve kulağa hitap eden sanatlar diye... Bu iki ana duyuya hitap eden sanatların bir bireşimi olarak da tiyatro ve sinemayı göstermiştir.

Mitry diğer bütün sanatların zaman ve mekan kavramları açısından yer ve konumlarına değindikten sonra, sinemanın tek başına hem zaman, hem mekan sanatı olduğunu belirtmiştir. Bir filmin mekansal yapı yönünden belirli hareketlerin tümünü kuşatan bir sabit mekan fikrinden ötede değişimler, sekans ve plan bölümlmelerine uygulanan niteliğini dile getirmeye çalışmıştır. Sinemanın yapısallaşmış (strüktürel) biçimi kadar yapısallaştırılan (strüktürant) biçim olduğunu da göstermiştir.

¹⁹ Tansug, Öner, s.295.

Sinemada Hareket Estetiği

Sinemada hareketin estetik açıdan irdelenmesine 1910 yıllarında başlanmıştır. Bu abalarn ilk dökümü öncelikle Guido Aristarco'nun Film Kuramının Öyküsü (Storia delle Teoriche del Film) adlı kitabında ortaya konmuştur. Aristarco yalnızca edilgen bir döküm yapmakla kalmamış, ele aldığı kuramcılarn eleştirel bir değerlendirmesine de girmiştir. Bu arada, 'Integrale Cinematografie' kuramcısı, Fransız Germaine Dulac, "sorunlara yaklaşım biçimini de beş madde halinde özetlemiştir"²⁰.

1. Sinema tek bir ritme bağlı olan bir hareketin ifadesi olmalıdır.
2. Ritm fiziksel bir ögeyle içsel bir ögeden oluşan hareketin gelişmesi olmalıdır.
3. Sinematografik yapıt ona yabancı olan her estetiği reddetmeli ve tümüyle kendine özgü olanı aramalıdır.
4. Sinematografik hareket yaşamın kendisi olmalıdır.
5. Hareket sadece insanlarla sınırlandırılmamalı, doğayı ve düşsel alanı da kapsamalıdır.

Sinematografik hareketin yaşam olması gerektiği hakkındaki düşünce ilk kez, sinema estetiği sonurlarının irdelenmesi yolunda ilk büyük tutkuyu temsil eden Ricciotto Canudo tarafından dile getirilmiştir.

Agel, Sinema Estetiği'nde (Esthetique du Cinema) öncelikle Etienne Souriau'nun Revue International de Filmologie dergisinde yayınlanan düşüncelerini aktarır. Bu düşünüre göre, "gerçek bir sinema adamı, her veriyi, ister tümüyle soyut, ister duygusal ya da saf moral türden her olguyu, filmskopik olgular haline dönüştürebilen bir kişidir. Böyle biri Souriau'ya göre gölgeleri, ışıkları ve hareket eden biçimleri filmik bir kadraj içinde ifadeye kavuşturur"²¹.

Sinemayı olağanüstü bir sanat olarak gören Louis Delluc bu düşüncenin temsilcilerinden biridir. İnsancıl ideallerin makine aracıyla yansıtılabilmesi, Delluc'a göre, modern sanatın en önemli olgularından biridir. Öteyandan İtalyan füturistlerinin, daha sonra Bauhaus okulu hareketi içinde etkinlik gösteren sanatçıların, ağdaş biçim ve

²⁰ Tansug, Önver, s.329.

²¹ Aynı, s. 330.

hareket sorunlarıyla endüstriyel-teknolojik gelişme arasında kurulması zorunlu bağları gündeme getirdikleri de anımsanmalıdır. Fakat sinema bu tür düşünce ve eğilimler arasında soruna en dolaysız yaklaşımın yapılabileceği bir tür oluşturmaktadır. Delluc bu yaklaşımın yanısıra, sinemanın iç ve dış koşutlukları kurabilmesini, geçmişle hal arasındaki bağlantıyı kolaylıkla yansıtabilmesini, gerçekte düş ilişkisine açıklık getirmesini özellikle vurgulayan eğilimleri de temsil eder.

Sinema kuramcısı Dulac'a göre, hareket (aksiyon), durum (situasyon) arasında bir belirsizlik, karmaşıklık vardır. Dulac'ın düşüncesinde çok önemli görünen bir yan, sinemanın ruhu ve esası olan hareketin, bir temanın basit bir illüstrasyonu, doğal imajların yapay bir akışı olarak kabul edilmeyişidir. Bu eğilimin saf, arı sinema (cinema pure) denilen kavramla yakın bir ilintisi vardır. Bu kavram aslında Germain Dulac'ın bir önerisidir ve Delluc'çe de benimsenmiştir. Dulac'a göre, hareketin küçük parçalara ayrılması ve bunlarda adeta kozmik bir yaşam boyutunun kavranmaya çalışılması, sinema estetiği alanındaki araştırmalar için yaygın bir amaç oluşturmaktadır.

Sinemanın 'hareket halinde bir mimari' olduğu düşüncesi Elie Fauro'un "De la Cineplastique" adlı incelemesinde ele alınıp işlenmiştir. Sinemanın plastik bir tür olarak değerlendirilişinde en büyük katkıyı Faure'un yapmış olduğu söylenebilir. Faure, Etna Yanardağı'nın patlamasını sinemayla karşılaştırarak, bir yapı içinde sürekli oluşan ve yeniden fışkıran hareketin iç güçlere bağlı bulunduğunu ileri sürmüştür.

Sinema kuramcısı Hillary Harris'e göre, filmdeki en heyecanlı şey harekettir.

"Ekranında karanlık bir odada görüntülerin ritmik ve canlı bir haldeki sürekli değişimleri, bir kimsenin hayal edebileceği her yönüyle sağlanabilir. Gözümüzün önünde, herşey hareket ederek, kendilerini bu hareket içinde ifade ederler. Şekillerin soyut veya gerçek haldeki eylemleri iletişimin mükemmel derinlik ve düzeyine sahip olabilirler - kedinin kuyruk sallamasından, dünyanın dönüşüne kadar. Bir düşünmeye çalışırsanız, her halin, karakterin, hayvanın veya yerin kendine göre bir hareketi olduğunu ve buradan da hareketin birşeyler ifade ettiğini görebilirsiniz"²².

Schwob'a göre, sinema hareketin dekompozisyonuyla dünyanın gizli kalan çehresini karşımıza koyar ve yine sinema "yaratılmış olan herşeyin temelinde bulunan sırrın "sadık bir grafiği"ni çizer. Gerçek bir giysi gibidir. Sinemanın yarattığı mucize, gösterdiğinin ardında bulunan büyüsel anlam içinde belirdir. Hareketli imajın ortaya

²² Levis JACOBS, *The Movies as Medium*, New York, Ortagon Book, 1973, s. 90.

koyduğu tüm güzellikler, konu ya da öyküden bağımsız olarak süreye ilişkin bir plastik olgu biçiminde kavranabilir²³.

H. Bergsonun Hareket Kuramı

H. Bergson hareketin algılanmasında hareketin istenildiği kadar parçalara ayrılabilceğini ve her parçanın istenildiği gibi yeniden parçalanabileceğini vurgulamaktadır. Burada bizim dikkatimizi çeken daima hareketin süreksizliği, çünkü işlerimiz hep hareketin devamlılığına dayanır ve ona göre yapılır.“ Hareketlilik, hiç farkında olmadan kendi kendine düşünülebilir bir yapıda olur, bütün bunlar zihnimizin pozitif faaliyetleri ile tasarlanır. Hareketin algılanması sürecinde zekamız negatif bir tasarlama süreci içerisinde ve bunun içindir ki zeka, ancak hareketsizliği algılar²⁴.

Zekamız istek ve acınma gibi zihni olmayan haller ve hayati gereksinimlerin baskısı altında işliyor. Hareketlerin algılanması da bu yolla oluyor. Spekülasyonlarımız ise bu kadarla kalmıyor ve kalamıyor. Relatif manadan mutlak manaya geçiyor. Çünkü burada eşyanın faydalarıyla değil kendileriyle ilgili buluyoruz. Realitenin bu boşluğu doldurduğu fikri hareketlerimizin tuttuğu bu yoldan geliyor. Yokluğun bir hiçlik gibi düşünülmesi, herşeyden önce eylem olmasa bile gerçekte varmış gibi tasarlanması da buradan kaynaklanmaktadır.

Eğer varlık fikrine varılmak için bilerek bilmeyerek yokluk fikrinden geçiriliyorsa bu suretle erişilen varlık mantıki yahut matematik mahiyette olan zaman dışı bir telakkisi kabul edilmiş olacak.“ Buna göre de herşey bir defada olmuş bitmiş hiç değişmez, olduğu gibi kalır olarak görülecektir. Halbuki varlıkla bizim aramıza giren yokluk hayaletine başvurmadan doğrudan doğruya düşünmeye alışmak, faydalı bir tarafa bırakarak görmek için görmek lazımdır. Mutlaka ancak bu suretle yaklaşılsa mutlak varlık bir dereceye kadar bizde bulunur.

²³ Tansug, Öner, s.335.

²⁴ Bergson, Öner, s.202.

Çünkü o esasen matematik yahut mantıki değil psikolojik bir gerçektir"²⁵.

Fakat gerçek süreyi hiç düşündüğünüz var mı? Onu burada doğrudan doğruya elde etmek lazımdır. Çünkü dolambaçlı yollardan gitmekle elde edilemez, hiç şaşmadan onda yer almak gerekir. Zeka bunu çoğu zaman yapamıyor. Çünkü akan, hareket eden şeyleri akmayan, hareket etmeyen şeyler vasıtasıyla düşünmeye alışmıştır. Bakılırsa zekanın rolü eylemleri (hareketleri) idare etmektir. Aksiyonda bulunurken bizi ilgilendiren şeyde bunlardan alınacak sonuçlardır, amaca erişmek şartıyla araçlara pek önem vermemekteyiz. Amacı olanca varlığımıza gerçekleştirmeye olan eğilim buradan geliyor; fikir bir eylem olması içinde çok kere amaca güveniyoruz.

"Zihnimizin açıkça tasarladığı şeyin "sadece faaliyetlerimizin varacağı sonuç olması da buradan geldiği gibi şuurumuzdan kaçan veya ona müphem olarak giren eylem teşkil edici hareketlerde buradan geliyor. Örneğin kolumu kaldırmak gibi çok basit bir hareketi düşünelim. Bunu yapmak için gerekli olan hareketleri önceden tasarlayalım, ya da yapılırken birer birer idrak etseydim ne olacaktır? Zihin hemen amaca yani yapılması tasarlanan hareketin şematik ve basitleştirilmiş bir rüyetine geçecektir. Birincisi tasarımın tesiri olan zıt bir tasavvur körleştirilmedikçe tasarlanan ilk şema kendine uygun hareketlerle kendiliğinden doldurulmuş olacaktır"²⁶.

O halde zeka yapacağı faaliyetleri ulaşılabilecek amaçlara, yani durak noktalarına göre tasarlar. Bu suretle erişilmiş bir amaçtan başka bir amaca, bir durumda başka bir duruma bir sıra sıçramalarla geçer, bu esnada bilinçteki hareketlere mümkün olduğu kadar yan çizer sadece başlayan hareketlerin varacağı amacı gözetir. Bu halde yapılan eylem sonucunda hareketsiz olarak tasarlamak için zekamız bu neticeyi çerçeveleyen mekan da hareketsiz görmesi gerekir. Faaliyetlerimiz de madde alemine takılır. "Eğer maddeyi daimi bir akış halinde görseydik hareketlerimizden hiçbirine bir amaç tayin edemeyecek, bunların yapılmasıyla birlikte dağıldıklarını duyacak, daima kaçan bir gelecek üzerinde bir amaç tasarlamayacaktık. Faaliyetlerimizin bir eylemden bir başka eyleme geçebilmesi için de maddenin bir halden başka bir hale geçmesi lazımdır. Çünkü hareket ancak madde dünyasının bir halinde yapılabilir. Duyu organları ile hareket organları da birbirine uygun olarak işler. Birincileri idrak melekemizi, ikincileri hareket melekelerimizi temsil eder"²⁷.

²⁵ Bergson, *Önver*, s.382.

²⁶ Bergson, *Önver*, s.383.

²⁷ Aynı, s.384.

Dünyaya ilk göz açtığımız, birbirlerinden ayrı erişimler henüz fark edemeyeceğimiz bir zamanda keyfiyetler fark ediyor. Bir rengin arkasından başka bir rengin, bir sestem sonra başka bir sesin, bir mukavemetten sonra başka bir mukavemetin geldiğini duyuyoruz.“ Bununla beraber tahlil edilecek olurlarsa birçok basit hareketlere muncer olurlar. Bu hareketler ister titreşimler gibi, ister bambaşka bir tarzda oluşsun, muhakkak olan şey her keyfiyetin bir değişme olgusu olduğudur²⁸.”

Maddenin sürekliliği içinde kapalı bir sistem teşkil etmesi dolayısıyla, ayırmada en çok yetkimiz olan başlıca cisim, canlı cisim olduğu gibi mevcudatın bütün içinden diğer cisimleri de hep bu canlı cisim için ayırıyoruz. Hayat bir süreçtir. Biz ise bu süreç içinden bir devreyi alarak şekil dediğimiz istikrarlı bir görüşte topluyoruz; değişme idrakimizin bu ataletini yenecek bir hale geldikten sonradır ki, cisim şekil değiştirdi diyoruz. Halbuki cisimlerin şekilleri her an değişiyor. Daha doğrusu şekil yoktur. Çünkü şekil demek hareketsizlik demektir. Realite ise harekettir. Gerçek olan, şeklin durmadan değişmesidir.

O halde idrakimiz burada realin akıcı sürekliliğini süreksiz imajlarda katılaştırmak yolundadır. Birbiri ardına gelen imajlar birbirinden çok farklı olmadıkları zaman biz bunları bir tek nokta imajın büyüme yahut küçülmesi ya da şekillerin türlü yönlerde bozulması gibi düşünüyoruz. Bir şeyin özünden yahun kendisinden bahsettiğimiz zaman da hep bu orta imajı düşünüyoruz. Nesnelere bir kere oluştuktan sonra, konumlarının değişmesiyle ortaya çıkan durumlarda eşyalar birbirleri üzerine tesir ediyor diyoruz. Bu bir hareket şeklinde görüldüğü halde hareketin bu hareketliliğine elden geldiği kadar yüz çeviriyoruz; çünkü bizi ilgilendiren, hareketin kendisinden çok, onun durağanlığıdır. Örneğin bir hareket başlıyorsa, derhal nereye gittiğini soruyoruz. Çünkü bizi hareketin kendisi değil, yönü ilgilendiriyor. Karmaşık bir hareket oluyorsa, herşeyden önce ne olup bittiğini bu hareketle ne yapıldığını, elde edilen neticeyi, ya da hareketteki niyet, amacı bilmek istiyoruz. Yapılmak üzere olan bir hareket bir hareketten bahsedilirken zihnimizden yakından inceleyiniz. Göreceksiniz ki gölgede kalan bir değişiklik fikriniz vardır. Karmaşık eylemlerde basit hareketten bu noktada ayrılır. Bu özelliği ile belli olur. Nasıl ki yemek,

28 Bergson, *Önver*, s.382.

içmek, dövüşmek hareketlerimizde bulunan hareketleri tasarlamak istersek çok sıkıntı çekeriz.

Beynimiz ister karmaşık, ister basit hareketlerin algılanmasında istikarsızlık üzerinde istikrarlı görüşler almak için hazırlanmış bulunuyor. Bir ekran üzerine bir olayın geçişi gibi canlı bir sahne aksettirmek istensin. Bu iki yolla yapılır. Birincisi askerleri ayrı ayrı gösteren resimler kesilerek herbirine yürüme hareketleri verilir. Müşterek bir insan yürüyüşü olmakla beraber bunların herbirine hususi yürüyüşler verilerek hepsi ekranın üzerine aksettirilir. Sonuçta çok emek harcandığı halde, hareketler oldukça yapmacık olur. Çünkü hayatın yumuşaklık ve çeşitliliği asla ifade etmez. İkinci yöntem hem çok kolay, hem de çok canlıdır. Bunun için önce geçen olayın bir sıra enstantene resimleri çekilir. Sonra da bütün bu resimler birbirlerinin yerine pek çabuk geçecek gibi ekrana aksettirilir. Sinematografin yaptığı da budur. Olayı hareketsiz bir durumda gösteren bu bir sürü enstantene fotoğrafler sayesinde geçen olayın hareketi vakıa yeniden yapılmış olursa da iş yalnız fotoğraflere kalırsa bunlara ne kadar bakarsa olayın canlandığını göremeyiz.

“Çünkü enstanteneler ne kadar çok olursa olsun bunların hareketsizliği ile hiçbir zaman bir hareket yapılamaz. Resimlerin canlanmaları için bir yerde mutlaka bir hareket vardır ki, sinema makinasından gelmektedir. Sinema şeridinin açılmasıyla sahnenin muhtelif fotoğraflerini birbiri ardından sıra ile ekrana getirmek suretiyle bu sahneleri her aktörüne hareketleri yeniden kazandırılır. Artık sinema şeridinde görünmeyen hareketin sinema makinasından gelen hareketi sayesinde ardarda gelen hareket halinde canlandığı görülür. Bu yapış, kısaca, bütün resimlere hareketlerden umumi olarak hareket denebilecek gayrişahsi, soyut ve basit bir hareket çıkartmak ve resimleri sinema makinasına koymak her özel hareketin ferdiyetini, bu anonim hareketin şahsi duruşlarla karşılaştırılması sayesinde yeniden yapılandırılır“²⁹.

Sinematografi hareketlerin tanımlaması için grafik bir metottur. Çünkü bilgilerin genel gidişini hareketlerin gidişine uydurmaktan ibarettir. Hareketlerin aydınlanmaları için de daima zeka ile beraber gitmeleri lazımdır. Zekanın böylece hareketlerle beraber gidebilmesi ve onları yönlendirmesi için hareketlere ayak uydurmakla işe başlamak gerekir. Hareketler hayatın nabızları gibi süreksiz olduğuna göre bilgide süreksiz olacaktır.

²⁹ Bergson, *Önver*, s.392.

Filmik Hareket

Hareketin sözcük anlamı, yer ya da pozisyon değiştirmedir. Bununla üç temel nokta anlatılmak istenir. "İlk nokta yer ya da pozisyon değiştirme işlemidir. Yer ya da pozisyonda ortaya çıkan küçük bir değişim, mekansal ilişkilerde de bir değişimi ifade etmektedir. İkinci nokta, hareketin algılanması anımsamayı gerektirir. şu andaki pozisyonu anlayabilmek için pozisyonun daha önceki yerinin hatırlanması zorunludur. Bir ağacın gölgesi, toprağa saplanmış bir çubuğun yere düşen gölgesi, güneşin gökyüzündeki yavaş hareketini göstermekte yardımcı bir yöntem olarak kullanılabilir. Hareketin ifade ettiği üçüncü nokta ise zamandır. Bazı hareketler hızlı, bazı hareketler ise yavaştır. Eğer hareketli nesnelere yakınsa hareketin hızı abartılı ve vurguludur. Hareketin izlediği yol bakış alanı içinde enine doğru oluşuyorsa hareketin algılanması daha da kolaylaşacaktır"³⁰.

Hareketin hızını, çevresinin alanının boyutu belirler. Bir kişinin elinin, bir bardağı kaldırarak ağızına götürmesi, çok yakın bir çekim ölçeğinde görüntülenmek istendiğinde yalnızca normal bir hız etkisi elde edebilmek için, elin normal hıza oranla çok daha yavaş hareket etmesi gerekecektir.

Enine hareket, kameraya doğru ya da kameradan ileriye doğru yapılan harekete göre daha açık ve çabuk algılanır. Nesne bakış alanı içinde enine doğru hareket ettirildiğinde diğer nesnelere geçerken görülmesi daha kolaydır. Böyle bir yönde yapılan bu hareketin hızının belirlenmesi iyi bir göstergedir. "Hareket, bakış açısı içinde dikey olduğunda, kameraya doğru ya da kameradan uzaklara doğru olduğunda, boyutunda bir değişme görülür. Yaklaşan nesnelere giderek büyür, uzaklaşan nesnelere ise giderek küçülürler. Mercek ya da göz bakış alanının zirvesi gibidir. Dışa doğru bakıldığında gözün ya da merceğin bakış açısı büyür. Uzaktaki nesne alanı içinde küçük bir bölümü kapsar. Böylece nesne yaklaştıkça boyutunda büyüğe görülecektir. Uzaklaşırken ise nesnede boyut olarak küçülme saptanacaktır. Bu olaya 'çizgisel perspektif' adı verilmektedir. Yıllar önce Leonardo da Vinci not defterine, "dışarıdaki nesnelere çok uzakta olduklarında

³⁰ Edmons, Öner, s. 68.

mavilik arasında kaybolurlar diye yazmıştır. Bugün bu olay 'hava perspektifi' olarak kavramlaştırılmıştır"³¹.

Slavko Vorkapich'e göre sinemada hareketin sembolik olarak kullanımı sinemaya önemli anlamlar yüklemektedir. Vorkapich "hareket izleyicide istemsiz olarak yapılan organsal tepkileri canlandırır ve hareketler farklı tepki çeşitlerini uyandırabilir. Örneğin, yukarıya doğru yapılan hareketler genel olarak güçlü istekleri betimlerler. Aşağıya doğru yapılan hareketler ise bir tehlikenin varlığını betimlemektedirler. Aynı hareket ağırlığın da sembolüdür. Dairesel olarak yinelenen hareket, neşeli dudakların simgesel ifadesidir. Saat sarkacının oluşturduğu biçimlerdeki gibi hareket, insafsızlık ve monotonluğu simgeler. Diyagonal dinamik hareketler, engelleri aşabilme gücünü sembolize ederler"³².

Vorkapich, her hareketin bir nedeni olması gerektiğini savunur. 1934 yılında Vorkapich "İhtirassız Suç" filminde Cloud Pains'in Margo'yu çekmesiyle başlar. İlk çekim, silahın içine bakan Margo'nun yakın çekimi duruk (still shot) olarak çekmiştir ve böylelikle de ters hareketi elde edebilmiştir. Vorkapich şunu işaret etmektedir, hareketin eksikliği, bir oyuncu için hareketin kendisi kadar önem taşıyabilir, tüm yaşam ise kontrastlıklardan oluşmuştur. "Vorkapich bu statik yakın çekimden tabancanın namlusunun yakın çekimine kayar. Böylelikle de göz yakın çekimi perdedeyken tabancanın namlusunu aynı yere yerleştirerek üst üste bindirme olayını başarır. Bir kesme yaparak tekrar göze döner ve bu kez Margo'nun gözünün seçirmesini perdeye yansıtır. Bir sonraki çekim yeniden tabancanın namlusudur, tabancanın ateş alması görsel olarak birkaç hızlı flaşla ifade edilir"³³. Bu çekimlerin uzunluğu yalnızca ikişer karedir, böylelikle de sağlanmak istenen etki görsel olarak sağlanmış olmaktadır.

Alfred Hitchcock'un 'Yalnız Kadını Hatırladım' (1937) filminin bir sahnesinde" Sylvia Sidney elinde bir mutfak bıçağıyla kocası Oscar Homolke'yi öldürmek üzereyken görünür. Bayan Sidney bıçağı yerinden alırken sahnede tam bir sessizlik vardır. O anda Bayan Sidney bıçağın elinde olduğunun farkında değildir. Sonradan bıçağın elinde

³¹ Edmons, Öner, s. 69.

³² Erza GOODMAN, "Movement in Movies", American Cinematographer, New York, 1945, s. 86.

³³ Aynı, s.87.

olduğunu farkederek bıçağı elinden bırakır ve bıçak büyük bir gürültüyle tabağın üzerine düşer. Burada Hitchcock kamera yönetiminin yanında görkemli bir sonuçla sesi de ustalıklı yönetebilmiştir"³⁴.

Vorkapich'e göre, sanatsal bir çerçeve olarak sinema bazı doğal karakteristiklere sahiptir ve sinema diğer sanatsal araçların yapamayacakları bazı şeyleri kolaylıkla gerçekleştirebilir ve sinemanın bugün bile henüz dokunulmamış çok geniş bir alanı bulunmaktadır. "Rengin evreni resim dünyası, ses tonunun dünyası müzikte uzmanlaşma ve hareketin evreni filmin karakteristiğidir. Tüm filmsel hareketler, -kesme, bindirme, harekete yönelik kamera hareketi, yavaş çekim, geriye alma ve daha kameranın yapabileceği birçok şeyler- en karmaşık ve anlaşılması zor olan ruhi durumların derinlemesine araştırılmasında sinema en büyük yardımcıdır. Ayrıca sinema, yalnızca fiziksel hareketle de ilgili olmak zorunda değildir. İnsan ve insana ilişkin oluşumlarda ilgilidir"³⁵.

Görüntünün yanısıra, hareket hareketli görüntü yapısının en önemli unsurudur. Zaten "perde" aracı da isim olarak bunu vurgulamaktadır. Gerçek yaşamda hareket fiziksel becerilerin yardımıyla ifade edilen eylemler (konuşma, jest, hareket, zaman ve uzayda yer ve durum değiştirme) olarak nitelendirilebilir. Ancak perdede gerçek bir hareket yerine, yalnızca onun görüntüsü yer alır. Birtakım seri ve durağan görüntüler içeren ve bu görüntülerin sürekli olarak yer ve konum değiştirdiği bir film şeridi film gösterim gereci önünden hızla geçerken, perdede sürekli, kesiksiz bir görsel etki bırakır. Bu da, insan gözünün aldığı görsel etkiyi, başka bir görsel etki gelinceye değin koruyabilme yeteneğinden ileri gelir.

Hareketli olsun, durağan olsun bir nesne hareket halindeki kameraya görüntülendiğinde, izleyici halihazırda kendisini kameranın temsil ettiği bir bakaç (vizör) olarak görecektir. Görüntülenen eylem ile hareket ederek, onu izleyerek, yanına gelecek ve de ondan uzaklaşacak, izleyiciyi başarılı hareket basamakları aracılığıyla perde olgusunun tam merkezine yönlendirilir.

Hareket eden bir kamera tarafsız bir görüş açısının betimlediğinde ve tümüyle olan

³⁴ Goodman, Öner, s.87.

³⁵ Aynı, s.88.

olayları görüntülediğinde, izleyici ilişkisiz bir gözlemci olarak kalır. Ancak, hareketli bir kamera objektifliğini, perdedeki karakterin görüş açısını tahmin ederek konumlanır ve izleyici de onunla doğrudan özdeşleşir. Görüntülenen şey, karakterin kendisine olan etkiye karşı tepki olarak görülür. Hareket eden kamera öznel bir görüş açısı alır ve oyuncunun fiziksel ve duygusal durumunu ifade eder, onun görüp duyumsadığı yeniden izleyiciye iletir: baygınlık, sarhoşluk, terör vb. izleyiciye kolay iletilebilen duygulardır.

Kurgu sonucu ulaşılmaya çalışılan“ hareketin elde edilebilmesi her zaman zordur. Öteyandan, bu hareket, tümüyle görsel ve işitsel öğelerin ilişkilerinden oluştuğu için beğeni ile karşılanması gerekli bir iştir. Sessiz film yönetmenleri için, bu teknik, belki de beyazperdenin sunabileceği en geniş olanaktır. Teknik olarak bu tür bir hareket, yalnızca bir kamera açısından diğerine kameranın konumunu değiştirerek, bir hareket duyumu elde edilerek başarılabılır³⁶.

Bu tür bir hareketle, çekimler olabildiğince önceden belirlenmelidir. Böylece izleyici hem görsel, hem de işitsel yönden olumlu bir biçimde yönlendirmek mümkün olabilecektir. İzleyici her iki duyu organını (göz ve kulaklarını) ve beynini bu belirli şekilde önceden düşünülerek saptanmış, düzenlenmiş ve gerçekleştirilmiş sıralı çekimlerle işletir. Burada bir tür hareket duyumu çekim içindeki mizansen kompozisyonundan çıkartılabilir ya da bu hareket duyumu insan ya da görüntü içindeki nesnelerin hareketinden görsel veya optik yollarla elde edilebilir. Öteyandan, aynı hareket duyumu bu faktörlerin düzenlenmelerinden, çekimleri görsel ve/veya işitsel olarak hareketli bir süreklilikle birleştirici anlamda da elde edilebilir.

Bu türde bir sıra değişiklikler aracılığı ile elde edilen hareket, türlü derecelerde gerilimin toplanmasına neden olacaktır. Bu da pekçok tartımlar (ritimler) üreten bir dinamizmi sağlayacaktır. Hareketli görüntü plastik bir sanat olduğundan, hareketlerin çözümlenmesinden elde edilen tartımsal düşen ve boyutları, bir filme canlılık, form ve stil getiren fiziki ve duygusal uyum ekler.

Bir filmdeki en heyecanlı şey harekettir. Perdede ve karanlık bir salon ortamında, görüntülerin ritmik ve canlı bir şekildeki sürekli değişimler. “Bir izleyicinin fantazileri ile

³⁶ Goodman, Öner, s.88.

üretilebileceği her yönüyle sağlanabilir. Gözlerimizin önünde çoğu kez herşey sürekli olarak hareket ederek, çoğu kez kendilerini bu hareket içinde ifade eder. Şekillerin soyut ya da gerçek haldeki eylemleri iletişimin yetkin derinlik ve düzeyine sahip olabilir. -Kedinin kuyruk sallamasından, dünyanın dönüşüne kadar-Perdede, bitişik konumda bulunan nesnelere beraberce dikkat çekerler. Çünkü perdede herşey bir tek karede kavranır. Her form ve çizgi görsel açıdan eşit öneme sahiptir. Bu durum nedeniyle, gerçek yaşamda bir durumun gözlenmesiyle, bir film görüntüsünün 'anlaşılabilirlik' açısından izleyeni farklı sonuçlara götürür³⁷.

ANİMASYONDA HAREKET

Hareket

Tüm diğer sinema türlerinde olduğu gibi canlandırmada hareket temeli üzerine kurulmuştur. Aslında durağan olanı yaşam ile doldurmak canlandırma sanatının en önemli büyüğüdür. Bu nedenle canlandırmacı bir anlamda hareket uzmanı olarak da görülür. Çünkü o, 'zaman ve mekan içinde, olağanüstü ve hiçbir canlı dansçının ya da akrobatın gerçekleştiremeyeceği' hareketleri yaratan kişidir. "Sinematografide hareket birbirinden az farklı resimlerden oluşan resimsel bir analizdir. Normal hızda çekilen bir film, yaşayan olayın her saniyesinin herhangi bir sayıda ve birbirini izleyen hareket evrelerine dayanarak çözümler. Bu çözümlenmeden elde edilen bir dizi fotoğraf projeksiyon önünden normal hızda geçirildiğinde sürekli bir hareket yansılmasına dönüşür. Canlandırmada da hareketin esası budur. Ancak tam olarak böyle bir yöntem naturalist yaklaşıma uygun düşer. Canlandırmada naturalizm hareket bağlamında yaşayan hareketin biçim ve hızına ulaşma eğilimindedir. Naturalist yaklaşım, insanın nesnel gerçekliğe öykünmesinin dışarı vurmuş biçimi olarak tüm sanatların gelişiminde yer

³⁷ Goodman, Önver, s.89.

almıştır“³⁸. Bu öykünme bir süre canlandırmada da kendini hissettirmiş, deneysel görüşün yaygın olduğu bugün bile, nesnel gerçekliğe benzerliği zorunlu olan eğitim-öğretim, halkla ilişkiler gb. filmler dışta tutulursaki, kimi zaman bur amaçlarla yapılan filmler bile nesnel gerçeklik yansılmasını zorunlu kılmaz- kullanıldığı gözlenir. Canlandırmada hareketin nesnel gerçekliğine yanılması çoğu kez canlandırmacının yaratıcılığını kısıtlayıcı bir davranış biçimi olarak görülür.

Canlandırma nesnel gerçekliğin yeniden üretimi dışında yer alan bir sinema ve grafik anlatım türüdür. “Anlatım objesi olarak nesnel gerçekliği kullandığında bile, nesnel gerçekliği benzetişimin ötesine taşırarak anlatım amacı açısından yeniden yorumlar. Bu başka bir anlamda, canlandırmanın en küçük birimi olan durağan görüntüdeki leke, çizgi, renk ya da biçimsel düzenlemeler, doğanın bir yansıması değil canlandırıcının özgür düzenlemeleridir. Sinema kuramcısı Jean Mitry'e göre filmsel hareket üç biçimde ortaya çıkar: (1) Görüntüsel objelerin hareketidir. Bu canlandırmada leke, çizgi, renk ya da nesnenin kendisi gibi plastik öğelerden oluşturulan görüntüdür. (2) Filmin dramatik yapısına bağlı iç hareket, bu da canlandırmada, canlandırmacının plastik öğelerle özgürce yarattığı bir harekettir. O halde canlandırmada bu iki hareket birlikte değerlendirilmektedir. (3) Çekimlerin planların dinamik ilişkilerine bağlı hareket. Bu hareket canlandırmayı da içerir. Bundan ötürü canlandırmada hareket iki düzeyde incelenebilir: (1) Durağan görüntüyü oluşturan plastik öğelerin hareketi (bu hem tek tek her bir ögenin bileşenleri arasındaki hareket hem öğeler arası ilişkinin oluşturduğu hareket) içerir. Buna mekansal ilişki de denebilir. (2) Durağan görüntüler arasında zamansal/mekansal ilişkiden doğan hareket“³⁹.

Animasyonda Hareketin Çözümlemesi

Animasyon çok karmaşık bir işlem olup akıl ve becerinin işbirliği ile yüksek derecede

³⁸ Kazım SEZGİN, "Canlandırma", Kurgu Dergisi, Sayı 7, AÖF Yayınları, Eskişehir, 1990, s. 192.

³⁹ Aynı, s.193.

yaratıcılık gerektirmektedir." Canlandırma sanatının (animasyon) temeli ve en önemli büyüğü gerçekte durağan olan birşeyi kesin olarak yaşamı ile canlılık kazandırılmasıdır"⁴⁰.

Sinemada hareketin parçalara ayrılması (çözümlemesi) ve çözümlenen hareketlerin yeniden birleştirilmesi temeline dayanmaktaydı. "Çözümleme alıcıda, bireşim göstericide meydana gelmektedir,Animasyonda ise çözümlenmenin alıcıda değil alıcıdan önce yapılmasıdır"⁴¹.

Filmde saniyede 24 kare geçmektedir." Film şeridi üzerindeki 24 film karesi 1 saniyeyi oluşturmaktadır. Yani alıcı önündeki hareketin 1/24'üne karşılık düşen parçalar alıcıyla sürekli olarak kaydedilmektedir (televizyon için bu sayı 25'tir). Animasyonda ise hareketin 1/24'üne düşen parçaları sellüloid üzerinde çözümlenmiştir ve alıcının tekli çevirimle çalıştırılmasıyla durgun cisimlere hareket kazandırılmaktadır. Animasyonda kullanılan kameranın tek kare (single frame) çekebilecek özellikte olması gerekmektedir"⁴².

Animasyonda hareketli her saniye için 24 resim çizilmesi gerekmektedir. Konunun özelliği ve hareketin temposuna göre bu sayı 24'ün altına düşebildiği gibi üstüne de çıkabilmektedir.

Yaygın olan ve en çok kullanılan, iki kare için bir resim çizilmesidir. Fakat çok yavaş hareketler ve özel etkiler için her kare için resim çizildiği görülmektedir.Hareketin çözümlenmesi için herşeyden önce belirli bir hareketin "ana durum"larının bulunup çizilmesi gerekir. "Bir hareketteki ana durumlar, hareketin başladığı, yön değiştirdiği, durduğu başlıca noktalar. Örneğin başını soldan sağa çeviren bir insanı ele alalım. Burada hareketin ana durumları sola doğru dönük olan başın harekete geçtiği, ortaya geldiği, nihayet sağa gelip durduğu noktalar. Canlandırmacı bunları çizdiği zaman meydana gelen resimlere, ana durumları sola doğru dönük olan başın harekete geçtiği, ortaya geldiği, nihayet sağa gelip durduğu noktalar. Canlandırmacı bunları çizdiği zaman meydana gelen resimlere, ana hareketler adı verilir. Daha sonra bu ana hareket çizimlerinden sonra hareketin devamlılığını veren ana resimler çizilir. Başın harekete geçişinde duruşuna kadarki durumlarını gösteren

⁴⁰ John HALAS - Roger MANVELL, *The Technique of Film Animation*, (London and NewYork: Focal Pres, 1973),s.10

⁴¹ Özön, Öner, s.225.

⁴² Ayhan İYİKAN, *Filim Yapımı - Yönetimi - Tekniği*,(Ankara: D Yayınları, 1973), s.209.

saniyede 24 resim çizilirse, hareket parçalarına bölünmüş olur"⁴³. Hareketin hızlı ya da yavaş yapılışına göre, bu resimlerin sayısı çoğalır ya da azalır .

Animasyonda Hareketin Estetiği

Canlandırma plastik öğelerin hareketli bir bütünüdür. Canlandırmacı bu öğeler arasında oluşturduğu devingen ilişkiden nesnel ya da kavramsal dünyasının yorumunu yapar. Bunlar bazen yaşayan mekanda hacim içindedir, bazen kavramsalıdır.

Sanatçı hacim içinde oluşan nesnel gerçekliği yorumlarken iki tür davranışta bulunur. "Birincisi natürel eğiliminden dolayı nesnelere yaşamda oldukları biçime benzetme çabasıdır. Bu çabadan dolayı oluşturduğu figürü, nesnesinin karakteristik özellik ve hareketine uyma zorunluluğu hisseder. İkinci davranış biçimi sanatçının özellikle nesnel dünyayı yorumlarken benzerliği bozma eğilimindedir. Canlandırma sinemasında bu çoğu kez bir zorunluluk olarak görülür. Hatta, figürün dayanıklı ve sürekliliği için bunu bir kural olarak görenler de vardır"⁴⁴.

Soyut figürarif canlandırmada böyle bir benzeşim çabası yoktur. Ancak hareketin yasaları açısından hem naturalist hem deneysel görüş açısından incelenebilir. Burada asıl olan hareketin durağan görüntüler bileşiminden oluşan zamansal boyutudur. Bu bağlamda Amerikan canlandırmasında hareketin hızlı bir temposu yeğlenir. Rus yapımlarında ise bu tempo yaşayan dünyadakine yakındır. Kuşkusuz canlandırma filminin amaç ve türü hareketin niteliği üzerinde etkili bir faktördür. Eğitsel amaçlı filmler yavaş bir tempoyu gerektirirken (burada algı sınırları belirleyici faktördür), eğlence amaçlı filmler hızlı bir hareket belirgin bir özelliktir. Teknolojik olarak canlandırmada bu iki uç, ardarda gelen durağan hareket birimleri arasındaki farkla elde edilir. Bu farkın küçük olması sempatik (yadsınmayan), büyük olması asempatik yadsınan) hareketi verir. Öte yandan, bu türden bir hareketle biçim arasında yakın bir ilişki de vardır.

⁴³ John HALAS, Roger MANWELL , s.12

⁴⁴ Sezgin, Öner, s.199

Örneğin, sempatik bir hareket uygun biçimi kendi içinde hareketi en az olandır. (Başka bir deyişle, yuvarlak biçimler, köşeli biçimlere göre sempatik harekete daha uygundur.

Canlandırmada hareketin olabildiğince çözümlenmesi gözleme tabi tutulması gerekir. "Bu çözümlenme ve gözlem yalnızca mantıksal bir sorun olarak ele alındığında gerçek anlamda durağan görüntünün resimsel değerlerinin kaybına neden olabilir. Plastik bir düzenlemenin zamansal hareket canlılığına kavuşturulması örnekleri sinema sanatında vardır. Eisenstein'ın "Korkunç İvan"ı plastik düzenlemenin gözden çıkarılmasına örnek olarak gösterilebilir"⁴⁵.

⁴⁵ Sezgin, Öner, s.200

BÖLÜM II

ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYAR ANİMASYON

Üç boyutlu bilgisayar animasyon,“ bilgisayar ortamında üç boyutlu mekanda (x, y, z koordinatlarında), üç boyutlu modelleme programları aracılığı ile oluşturulup, hareket ettirilmesine denir“⁴⁶. Basit bir animasyon objeyi bir yerden bir başka yere hareket ettirilmesidir. Fakat üç boyutlu bilgisayar animasyonunda objeleri birbirinden bağımsız hareket ettirebilir, şekillerini ve hacimlerini değiştirme, kamera, ışıklar hareket edebilme imkanı mevcuttur.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinde en büyük özellik yazılımdadır. Yapılacak işlem sırasına göre sistemde öncelikle çizilecek modelin "story bord" senaryosu hazırlanmalı bu senaryoya göre modelin üretim tasarımına geçilmektedir. Fazla detaylı üç boyutlu objelerin çiziminde uygulanacak tekniklerin karmaşıklığı animatörleri korkutsa da her yeni gün geliştirilen yazılımlar ile en karmaşık objeler bile (örneğin insan yüzü, parmakları) kolaylıkla oluşturulabilmektedir.

Üç boyutlu objelerin oluşturulmasında yüzeylerin sadece sınır çizgileri kullanılır. Bu yöntem; Wire Frame(tel çerçeve) adı verilmektedir.“ Üç boyutlu olarak oluşturulan objeler bir kere çizilir. Her yönden görünüşü için, döndürmek ya da o yönden bakmak yeterli olacaktır. Kısacası çizilen model gerçekte istenilenin telden yapılmış bir kopyası olarak kabul edilebilir. Modelin çizilmesinden sonra boyanacak renk seçimi (yüzey nitelikleri) ışık kaynaklarının rengi, türü ve verilecek diğer efektlerin (ışık yansıması, şeffaflık, parlaklık, matlık gibi) ön denemesi ve seçimleri yapılır“⁴⁷. programlanması gelir. Daha sonra oluşturulan animasyonu kare kare boyamak (ren

⁴⁶ Claire DOYLE, "Getting Started in Computer Graphics" Government Military Video, Vol. 2, No: 10, September 25/1992, s. 16.

⁴⁷ Aynı,s.17

Daha sonra çizilmiş objelerin hareketlerinin tanımlanması işlemleri, zaman içinde alacakları değişikliklerin programlanması gelir. Daha sonra oluşturulan animasyonu kare kare boyamak (ren dering) banda ya da diske kayıt etmek gerekmektedir .

Üç Boyutlu Bilgisayar Animasyonun Tarihçesi

Bilgisayar grafikleri, ilk bilgisayarın çıktığı ellili yıllann başlarına kadar uzanır. Fikir ilk olarak Amerika'da devlet desteğiyle gerçekleştirilen benzetim (simülasyon) ve radar projeleri gibi araştırma-geliştirme çalışmalarıyla ortaya çıkmıştır. Bu alandaki çalışmalar ilk kez 1949-1952 yıllarında ABD Hava Kuvvetleri'nin Massachusetts Institute of Technology'e (MIT) verdiği proje ile uçak sanayine yönelik olarak geliştirildi. İlk sistemlerde karmaşık, uzun ve masraflı, batch (toplu) işlevli programlar büyük işlemcilerde dayalı bilgisayarlarda çalıştırılıyordu.

1955-1959 yıllarında MIT'de sürdürülen çalışmalar sırasında "DT. Roos ilk kez bilgisayar destekli tasarım (Computer Aided Design) terimini ortaya attı"⁴⁸.

Akademik düzeyde BDT sistemine ilk adım 1963'de Ivan Sutherland'ın MIT'deki doktora tezi ile atıldı. Ivan Sutherland bir TX-2 bilgisayarına bir seri etkileşimli grafik programı yazdı. TX-2 Transistor Experiment 2'nin kısaltılmasıdır. Bu ilk transistörlü bilgisayardı ve buna vektör çizimli CRT ekranı bağlanmıştı. Varsayılan grafik ekranına sahip olduğu için, aynı zamanda ilk istasyondur. Sutherland'ın programları, bütün grafikleri hesaplayan bilgisayarlarla çalışabilmekteydi. Çünkü grafik hızlandırıcısı yoktu. 'Sketcpad' adını verdiği tezi, nesne merkezli programlama, sınır tabanlı görsel hesaplama ve gerçek zaman etkileşimli programa dahil olmak üzere geniş bir yelpazeden çok değişik alanlarda geliştirme yapacak cinstendi.

Bu çalışma sistemi bilgisayar teknolojisine "interactive graphics" (etkileşimli grafik) olarak geçmiştir. Fakat "sketcpad" iki boyutlu bir sistemdi TX-2 üç boyutlu hesaplamalar yapabilecek güçte değildi. Daha sonra Sutherland Harvard Üniversitesi'ne geçti. Doktora

⁴⁸ "Tasarımda ve Üretimde Bilgisayar", Bilgisayar Dergisi, Ocak 1989, s. 84.

öğrencilerinden biri olan Danny Cohen Flight simulation (bir vektör çizim sistemi) ile ilgilendi.

Endüstrinin gelişmesiyle ilgilenen Cohen, ilk üç boyutlu flight simulation'u geliştirdi. Harvar'ta Sutherland ve Cohen ilk kafa kurgulu görüntüyü gerçekleştirdi. Cohen bir süre matematikle uğraştıktan sonra, projesi için yazılım geliştirdi.

Aynı zamanda Utah Üniversitesi'nin bilgisayar bilimleri başkanı olan Dave Evans ile Sutherland görüştü.“ Evans'ın öğrencilerinden birisi üç boyutlu matematik nesnelerin üç boyutlu statik gölgelendirilmiş resimlerinin algoritmasını yazmıştı. Bundan sonraki birkaç yıl içinde üç boyutlu grafiklerin temellerini geliştirdi“⁴⁹.

Böyle bir sistemin pahalılığı, onu sadece havacılık sanayi gibi karşılığının fazlasıyla alınabileceği büyük endüstride kullanılmaya zorladı. Daha sonra da devlet desteğinin olmadığı havacılık ve otomobil endüstrilerinde de bu sistemin kullanıldığı görüldü. Böylece o zamana kadar sadece bilgi işlem hizmetlerinde kullanılan mikrobilgisayarlar, mühendis ve tasarımcılara yeni hizmetler sundu.

Altmışlı yılların ikinci yansı, donanım ve yazılım alanında ve yazılım alanında bir dizi gelişmelere tanık oldu. Donanımda minibilgisayarlar (1964) ve dağınık işlem, daha ucuz bellek ekranlar (1968), yazılımdan, aygıttan bağımsız ilk grafik görüntü sistemi (1966) analitik olmayan yüzeylerin programlanması gerçekleşti.

Ancak özellikle donanımın pahalı olması, mühendis ve tasarımcıların endüstride sınırlı ölçüde kullanılmasına yol açtı.Yetmişli yılların ilk yarısında ilk mikroişlemciler (1971), üretimde programlanabilir denetim aygıtları kullanılmaya başlandı. Mini bilgisayarlar, bellek grafik ekran ve belli bir uygulama alanında bağımsız yazılımlardan oluşuyor ve ucuza mal oluyordu.

BDT (Bilgisayar destekli tasarım) / BDÜ (Bilgisayar destekli üretim) üzerine çok sayıda konferans ve yayının yapıldığı yetmişli yıllarda bilgisayar gücü artarken fiyatlar düştü ve kullanım yaygınlaştı.

Ancak sistemlerin tüm sektörde yaygınlaşması seksenli yıllarda gerçekleştirildi. İlk mikrobilgisayarlar, kişisel bilgisayarlar, tarama ekranlar, daha güçlü, daha ucuz elektronik, artan deneyim ve rekabet, kullanımın yaygınlaşmasında büyük rol oynadı.

⁴⁹ "Tasarımda ve Üretimde Bilgisayar", Bilgisayar Dergisi, Ocak 1989, s. 84.

1982 yılında Apollo, ilk mikrobilgisayar temelli iş istasyonu geliştirdi. 1980-1985 yılları arasında az da olsa sanayide de kullanıma geçildi.“ Aynı yıllarda gözlenen bir diğer değişim de piyasa koşulları sonucu farklı donanım ve yazılım kullanan şirketlerin üretim sürecinde bütünleşik bilgi işleme duyduğu gereksinimdi. Böylece yeni donanım ve yazılım arabirimleri, arabirim standartları geliştirilmeye başlandı“⁵⁰.

ÜÇ BOYUTLU MODELLEME

Görsel dil, üç boyutlu grafiklere, özellikle noktalarda, çizgilerde ve hacimlerde tatbik ettiği gibi pixel düzenlemeli biçimlerden tamamen farklıdır ve nesnelerin zıttı olan objeleri içerir. Objeler devamlılığı olan çevre içinde gerçek varlıklardır, halbuki nesnelere birbirinden farklı resim alanlarıdır. Objeler üç boyutlu hacimlerde olduğu gibi iki boyutlu uzayda noktalar, çizgiler ve şekiller içerir.

Birçok yönden,“ üç boyutlu hacimsel bir model oluşturmak tiyatro sütunlarını oluşturmaya benzer. Bir modelin hayali bilgisayar uzayında yerleştirilmesi klasik bir saha düzenlenmesiyle“⁵¹ kıyaslanabilir.

Üç boyutlu nesnenin oluşturulması iki boyutlu nesnenin oluşturulmasından farklıdır. “Bu olayı bir heykel yapmakla bir resim boyama arasındaki fark olarak düşünebiliriz. Bunun sebebi, derinlik efekti içeren nesnelerin oluşturulmasında x, y, z koordinatlarına ihtiyaç duyulur“⁵².

Üç boyutlu modelin hazırlanması oldukça çaba ister. Çünkü onlar kişisel çizimlerden daha fazla soyut bir kriteriyaya göre modelleştirilirler. Diğer bir yandan gözardı edilemeyecek yeni imkanlarla bireysel yapılabilir. Özellikle üç boyutlu nesnelere hacim gölge, deformation ve örnekleme hareketleri tüm bunlar geleneksel animasyonun sahip olmadığı özelliklerdir.

⁵⁰ "Tasarımda ve Üretimde Bilgisayar", Bilgisayar Dergisi, Ocak 1989, s. 85.

⁵¹ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, *Computer Graphic For Designers&Artists*, New York, 1986, s. 158.

⁵² Doyle, *Önver*, s.17

Kısaca bilgisayarla modelleme, bir nesneyi üç boyutlu mekanda (x, y, z koordinatlarında) tanımlama işlemidir. "Tasarımcı modelini oluştururken, modelleme programını ya da yöntemini seçerken, oluşturmakta olduğunuz nesnenin tipine ve kullanmayı düşündüğünüz canlandırma tekniğine uygun olmasına dikkat etmek zorundadır"⁵³. Bilgisayarda üç boyutlu model üretme yöntemleri oldukça farklıdır .

Üç Boyutlu Model Oluşturma Teknikleri

Digitasyon (Noktaların Sayısallaştırılması)

Noktaların bilgisayara girmenin en temel yolu klavye üzerindedir. Bu durum, verinin dijitalından daha yüksek rezolasyondan olduğu durumlarda gereklidir. Düzenli şekiller, örneğin dört köşeler, klavye üzerinden girilen sayısal değerler ile kolaylıkla gerçekleştirilebilir, çünkü sadece birkaç noktanın tanımlanmaya ihtiyacı vardır. "Çok düzensiz yapıda olan karmaşık şekiller logo, harita vs. gibi genellikle çalışma alanının, bir dijital tanımlama yapabilen (digital işlem yapabilen bir tablet veya lastik disk ya da elektronik kalem) tablonun üzerine taşınması ve noktaların belirlenmesi ya da oluşturulacak şeklin çevresinin çizimiyle dijitize (sayısallaştırma) edilebilirler"⁵⁴.

Oluşturulacak şeklin kenarlarını ve yüzeylerinin bitiş noktalarını atlayarak bu düzlemin değerlerinin girdileri ile nasıl bağlandığı konusunda iletişimde bulunma yoluyla bilgisayarın parçaları üç boyutlu bir bütünde toplanmasını olanaklı kılmaktadır. Bununla birlikte, dijital işlem yaparak üç boyutlu kayıtlar yapan aygıtlar daha pratiktir. Girilecek nesne bir tablet üzerine yerleştirilir ve bir elektronik kalem (stylas) veya mekanik bir kol ya da kamera ile nesnenin yüzeyinde çevresi tanımlanır.

Bu tabletler sadece elektronik kalemin iki boyutlu yüzeyinin neresinde olduğunu değil, aynı zamanda bu yüzeyin yüksekliğini de tanımlayabilirler. "Bu yöntemler üç

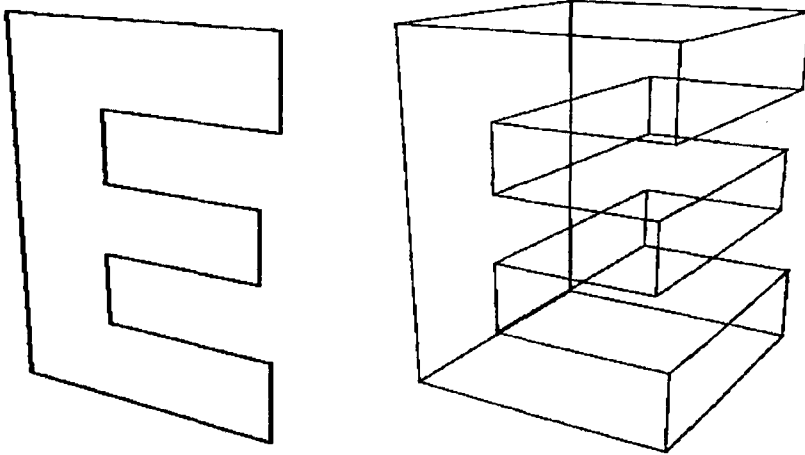
⁵³ Monitor International, July 1992, s. 32.

⁵⁴ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 158.

boyutlu yüzeyin bilgisayar ortamına direkt girilmesine olanak sağlar. Bilgisayar, modeli üç boyutlu dünyada bir koordinatlar dizisi olarak saklar. Bu dünyadaki nesnelere üç eksen; x, y ve z doğrultusunda yerlerine uygun olarak tanımlanır ve yerleştirilir. Modeldeki her bir nokta nesnenin bulunduğu dünya koordinat sisteminde benzeri olmayan koordinatlara sahiptir⁵⁵.

Extrusion (Çıkarma)

Extrusion yöntemi, görüntünün her bir kenarına, derinlik ekleyerek iki boyutlu ömektan üç boyutlu görüntü yaratmaktır. "İki boyutlu bir görüntü üzerinde çizim yapılarak ön yüzeyin kopyasının bilgisayar ortamında (z) ekseninde geriye doğru uzatılması işlemidir. Bu terim metal plastik kalıplarını dökmeye yarayan makinadan gelmektedir⁵⁶. Çıkarma işlemi basit ve yararlı bir yöntem olmasına karşın oldukça sınırlıdır (Şekil 1'de görüldüğü gibi).



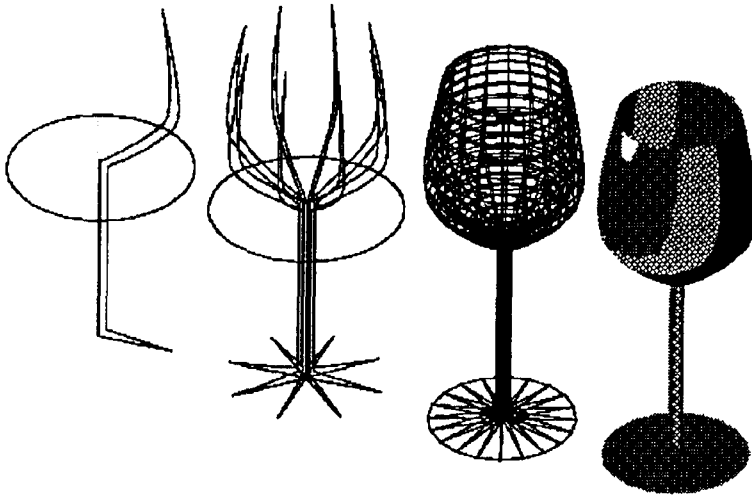
Şekil 1. Extrusion Yöntemi

⁵⁵ Stephen WERSHING&Paul SINGER, *Computer Graphics and Animation For Video*, Knowledge Industry Publication Inc., White Plains Ny., 1988, s. 67-68.

⁵⁶ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 159.

Rotasyon (Döndürme - Eksende Devirle Obje Oluşturma)

Diğer bir model oluşturma tekniği, rotasyon ile iki boyutlu yüzey eksende bir tevir tamamlayacak simetrik yüzeyler yapmak için kullanılır. "Eksende döndürme işlemi sadece dik köşenin dijitalizasyonu ile başlar. Bu dik kesen sadece x ve y verilerini içerir veya eksen etrafında merkezlenmiştir. Daha sonra bilgisayar programı bu çizgiyi ya belirgin bir poligonla ya da pürüzsüz soft yüzeye sahip bütün bir obje oluşturmak üzere merkezi eksen etrafında"⁵⁷ döndürülmesiyle oluşturulur (Şekil 2).



Şekil 2. Rotation Yöntemi

Bölümler (Cross - Section)

Bilgisayarda üç boyutlu model oluşturmanın diğer bir yolu da birbirinin üstüne yerleştirilmiş bir seri bölümlerin oluşturulmasıdır. Bu bölüm, objenin çapraz bölmesidir ve biyolojik organlar ya da topografik arazi çizimleri gibi organik ya da geometrik olmayan şekillerin oluşturulmasına imkan verir. Oluşturulacak nesnenin çevresinin konturu, tablet üzerinde bir noktaya dokunmakla veya nümerik değerlerin klavye üzerinden

⁵⁷ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 160.

girilmesiyle anında model oluşturulabilir.“Her kontur bir katın numarasının işaretidir. Bütün katlar oluşturulduktan sonra bilgisayar programı bir katı alttaki ve üstteki katları bağlayan poligonları otomatik olarak oluşturarak bir yüzey oluşturur“⁵⁸, böylece model oluşturulmuş olur .

Cross Section modelleme tekniği ile yumuşak geçişli karmaşık objeler modellenilebilir. Bu yöntem kullanılırken objenin kesitlerinin belirlenmesinde nokta sayılarının eşit olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca referans poligonun oluşturulacak modelin yapısına uygun olmalıdır.

İşlemsel Metodlar

Obje oluşturmada diğer bir yol da bilgisayarın objeleri doğrudan dijitalize etmesinden ziyade noktaların, bölümlerin hesaplayıcı olarak kullanılmasıdır. Bu olay işlemi, harekete geçirecek bir komutla yapılır. Örneğin bir dairede, işlemin kullanılmasında en iyi tanımlanmış olanıdır, bu işlem ya da formül dairenin etrafındaki her açısal aralığın x ve y pozisyonlarını belirler. Bu metodla istenilen sayıda, noktalara ve kenarlara sahip bir daire oluşturulabilir. Bu işlem dairenin tablet ya da staylus kullanılarak oluşturulmasından çok daha çabuk ve kolaydır.

İşlemsel olarak yapılan ve parametrik kontrol edilen sadece daire değildir.“ Birçok bilgisayar sistemi, daire, dörtgen, küp (genişliği, derinliği, yüksekliği ve merkezi pozisyonu ile tanımlanmış), küre (merkezi pozisyonu ve yarıçapıyla tanımlanmış), silindir, torus, prizma ve diğer temel geometrik figürleri içeren zengin bir öncelikli fonksiyonlarla gelmişlerdir”⁵⁹.

⁵⁸ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 160.

⁵⁹ Aynı, s.160

Ekleme

Üç boyutlu uzayda bu mantıksal kombinasyonlara birleştirici kullanıcılar denir ve hacmi olan iki şekli yeni bir şekil içinde toplar." Ekleme işlemi, sadece basit objelerin daha komplike olanların arasına yerleştirilmesi değil, aynı zamanda bütünden bazı parçaların ayrılması işlemidir"⁶⁰.

Kesme

Kesme, bir objenin bıçakla kesildiğinde olduğu gibi iki parçaya dilimlenmesi işlemidir. "Kesme işleminde uzayda bir düzlem tanımlar, daha sonra düzlemin iki yanı arasında kalan objeleri sınıflandırır. Bir çizginin ya da kenarın kırılmış düzlemi kestiği yerde işlem bu bölgede yeni bir noktayı hesaplar"⁶¹.

Kaplama

Kesici bir zemin bir objeyi ayırdığı yerde oluşturulan yeni yüzeyleri tanımlayan bir işlemidir. Bu olay objenin çukur görünümde kalmasını önler; kaplama yeni bir kenar oluşturmak suretiyle poligonun düz ve tam görünmesini sağlar."Kesme işleminin birleştirme işlemine benzerliği oldukça fazladır, ancak kesmeyle bir düzlem ile bir hacmin ayrımı sözkonusu iken birleştirme işlemi iki hacmin ayrımını içerir"⁶².

⁶⁰ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 160.

⁶¹ Aynı, s. 161.

⁶² Aynı, s. 162.

Coplanar Tekniği

Üç boyutlu model üretmede coplanar tekniği üç boyutlu objelerin dijital kalemlele tablet üzerinde çizimlerden oluşturulmasında kullanılır. Coplanar, her ikisi de iki boyutlu olan ve bir yükseklik olan iki planar görünümü ifade eder. Yükseklik ya da öngörünüm x ve y verilerini içerir. Her veri noktası örneğin, her köşe her iki görünümde de gözükür ve bir noktanın numarasını belirler, noktaların listesindeki kendi adresidir.

İki çizimde dijital tablet üstünde şeritlenerek dijitize edilirler ve grafik ilk önce bir noktaya plandan dijitize eder, daha sonra da yükseklikten, uygun bir noktayı alır. Bilgisayar programı ilk görünümünden dijitize edilmiş x ve y değerlerini görünümünden seçilmiş z değeriyle hafızada tek bir üç boyutlu üstünde birleştirir. Noktaların liste tablosu bu işlemin sonucu olarak açığa çıkar, noktaların durumuna göre bir satıra ve x ve y'nin z'nin herbiri için üç sütuna sahiptir. Bu tablolar, noktalar arasındaki bağlantı bilgilerini içermez. Bu bilgiler bağlantı listesinde bulunmaktadır, bağlantı listeleri bir objenin sınırlarını biçimlendiren nokta numaralarının bölümlerini açıklar.

Örneğin bir kübün tanımlanmasında, noktalar listesi sekiz noktayı içerecektir, her nokta kübün bir noktasını ifade etmektedir. Bunun yanında altı bağlantı listesi olacaktır.

Nokta Listesi	Bağlantı Listesi
x y z	1 2 3 4 5 6
0 0 15	6 7 8 9 10 11

Coplanar metodu bilgisayarın hafızası içinde çok etkilidir, çünkü noktalar sadece bir defa kaydedilir ve birçok bağlantı listesi kullanılabilir. Şayet bir noktanın yer değişimi sözkonusu olursa o noktayı kullanan bütün poligonlar otomatik olarak bu değişimi paylaşırlar.“ Genellikle bu işlem her iki görünümdeki düzeltme noktalarının ya da liste numaralarının dijitize edilmesiyle başlar. Bu noktalar tablet üzerinde yapılan çizim dahili veri tabanıyla uyumlu çalışmayı sağlama imkanını ve çalışma alanının tekrar düzenlenmesi için hatasız bir yol hazırlama imkanı verir ve böylece ileride yeni ilave noktalar eklenebilir”⁶³.

⁶³ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 161.

Photogrametry

Yüzeyler aynı zamanda Photogrametry tekniği ile de tanımlanabilir. Bu teknikle oluşturulacak model üzerine grid yansıtılır ve grid noktaları fotoğraf perspektifinde gözüktüğü gibi dijitize edilir. "Her iki görünümde gözüken tek nokta yeniden yapma tekniği (reconstruction) kullanılarak üç boyutlu noktalara dönüştürülür, daha sonra da bu nokta ağı makineye kopyalanır. Photogrametry bölümlendirilmeyen ve hareketli objeler için oldukça kullanışlıdır"⁶⁴.

İstatistik Dağılım ve Fraktal Geometri

Yöntemsel olarak tanımlanmış parametrik olarak kontrol edilen objeler düzenli olmak zorunda değildir, su damlası gibi hacimler, akışkan yüzeyler, noktaların istatistiksel dağılımlarını içerebilirler, bunun yanında içerdikleri parçasal sistemlerle yangın, toz ve patlama yapılabilir. "Fraktallar, geometrik şekillerden objeler üretmeye alternatif geliştirilmişlerdir ve temelde, bulutlar, dağlar, nehirler ve sahiller gibi doğal ve organik objelerin modellerinin yapımında öncelikli olarak kullanılırlar"⁶⁵.

"Doğadaki nesnelere bilgisayar ortamında belirli sayıda çizgi dilimleri ile doğru olarak gerçekleştirilemeyecek kadar karmaşık bir yapıdadırlar. Bu nedenle sonuçta ortaya çıkan görüntüler ekonomik olarak bilgisayarda saklama zorluğuna neden olan birçok poligonlardan meydana gelmektedir. Bu nedenle kompleks obje üretmek için sınırlı sayıda kontrol noktaları kullanmak üzere bilgisayara talimat veren sınırlı sayıda komutlarla görüntü oluşturma girişimleri yapılmıştır"⁶⁶.

İlk olarak teoreminin babası matematikçi Benoit Mandelbrot tarafından geliştirilmiştir. Benoit Mandelbrot "Fraktal Geometry in Nature" (Doğadaki Fraktal Geometri) kitabında "Neden geometri ışık olarak donuk ve kuru olarak tarif edilir? Pekala, sebeplerden biri bir bulutu, bir doğayı, bir kıyı boyunu veya bir ağaç tarif edememe güçsüzlüğüne sahiptir.

⁶⁴ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 161.

⁶⁵ Aynı, s. 163.

⁶⁶ Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 79.

Bulutlar küreler, dağlar koniler değildir; ağaç kabuğu düzgün değil ve ışıklandırma doğrudan değildir. Meydan okuma isteği ile bizi 'biçimsiz' olarak adlandırılan Eucid çalışmaya iten bütün formların varlığı bizi 'amorph house'un mitolojisine götürür. Ancak şimdiye kadar matematikçiler bu meydan okumayı görmezden gelmeye çalışmışlardır.

Teorilerin gelişimi ile görsel nesnelerin ilişkisine daha fazla katlanamayanlar kendilerini doğadan ayırmışlardır. Karışık olarak, bizim çevremizdeki birçok düzensiz şekil (form), tarif etmek için yeni bir doğa geometrisi geliştirmeliyiz. Bu bizim fraktallar olarak tasarlayacağımız bir grup figür ile yapılabilir. Mandelbrot, doğanın görünüşte biçimsiz olan bu formlardan birçoğunun kendilerini tekrar tekrar tekrarlayan matematikçilerin dediği gibi en küçük detaylardan basit temel formlara dayandırılabilceğini göstermiştir. Mandelbrot bir fraktalın başlangıcını ve üretimini belirleyenleri ayırt etmektedir. Başlangıç, belirleyici, grafik parçasını oluşturur ki bu basit bir çizgi olabilir. Üretim belirleyici ise bu parçaların nasıl birleştirileceğini gösteren bir kuraldır. Yineleme prensibi ilk figür aynı form elemanı üzerinde çalışıldığı halde her seferinde daha fazla farklılaşacaktır.

Fraktal gometri bir bakıma dallanma metodu anlamına da gelmektedir. Örneğin bu süreç çimen, çiçek, çalı ve ağaç gibi her türlü bitkinin tasarımında kullanılır. "Temel prensip bir çizgi bölünerek sonuçta daha küçük dallar oluşturan iki küçük dalı oluşturur. Üç boyutlu nesne ve peyzaj tasarımında farklı bir fraktal süreç uygulanır. Başlangıç belirleyici olarak iş gören eşkenar bir üçgen başlangıç noktasını oluşturur. Tasarımcı bu üçgeni yanya ve daha sonra daha küçük parçalara böler. Bu üçgenin belirli parçalarını tesadüfi olarak yükselterek veya alçaltarak konturlu üç boyutlu bir form yaratılabilir. Değişik yükseklik faktörleri yumuşak veya sarp tepeler oluşturulabilir. Sabit yükseklik faktörleri düzlükler veya su yüzeyleri gösterebilir"⁶⁷. Fraktal geometriyle sadece gerçekçe modeller oluşturulmaz, aynı zamanda gerçeküstü formlar da oluşturulabilir.

⁶⁷ "Fraktal Grafik", Novum, 1990, Sayı 1, s. 18.

Gelişen Görüntüler ve Tanelik Sistemler

Gelişen Görüntüler

Bilgisayar ile üç boyutlu görüntüler geliştirmede önemli bir metod bulunmaktadır. Bu teknikleri araştıran bilimadamları bilgisayar grafiklerinde doğanın görüntüsünün benzetimini yapma girişimlerinde belki de doğayı taklit etmenin görüntüler geliştirmenin daha uygun olduğu hipotezine varmışlardır.

Doğayı yeniden yaratma girişimleri ilk başta ilginç bir simülasyon ve illüzyon karışımı yarattı. Uzaktaki tepeler ve dağlar, yakın olanlar gibi net görünmezler, çünkü atmosferdeki sis uzaktaki nesnelere görünmesini etkiler ve karartır. "Bu optik efekti bilimsel olarak oluşturmak için, Nasonin Jet Propulsion Laboratuvarı'nda çalışan Jim Blinn, rastsal olarak parçalanmış küresel taneciklerle doldurulan istatistiksel bulut modeli oluşturdu. Bulut kalınlaştıkça, taneciklerin parçalanma yoğunluğu artar ve bulutun arasından geçen bir ışının bir taneciğe çarpması, dağılması ve izleyiciye erişmesi olasılığı yüksektir. Her ne kadar sisin arasından ışık geçirilmesi işlemi, bilimsel olarak doğru ise de teknik pek de gerçekçi bir bulut oluşturmaz ve pus ve sisten kaynaklanan bazı güçlükler çıkarır"⁶⁸.

Tanecik Sistemleri

Tanecik sistemleri olarak adlandırılan büyüleyici bir işlem Lucas Film'de, Bill Remes tarafından geliştirilmiştir. Teknik rastsal taneciklerden oluşan iki parametrelili bir sisteme dayalıdır, taneciklerin kalacağı zamanın süresi ve taneciklerin hareket edeceği yön sistemin kendisinde parametreler verir. "Tanecik sistemiyle oluşturulan üç boyutlu modeller bu parametreler içerisinde rastsal bir modele uygulanarak davranırlar. Bu

⁶⁸ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 81.

taneciklerin hareketini izlemek son resmi de kısa bir çizgi dilimi veya eğri şeklinde bir elemanın oluşmasına neden olur. Tüm sistemin kaydedilmesi doğada bulutlar gibi bulanık nesnelerin veya çimen ya da çakıllar gibi belirli bir biçimi olmayan nesnelerin şaşırtıcı bir benzerliğini sağlar.

Yüzey Yamaları ve Catmull Yöntemi

Üç boyutlu objeler parametrik yüzey yamaları ile tanımlanabilir. Bu objeler şekil ve yüzeyin eğimini tanımlayan sınırlı sayıda kontrol noktaları ile oluşturulurlar ve bilgisayarca oluşturulan yönlendirici noktaları belirtirler. Düzgün ve yumuşak yüzeyler üretmek için kullanılan bir yöntemdir. 1974'de Utah Üniversitesi'nden Edwin Catmull'ın doktora tezinin konusuydu (Utah Üniversitesi Bilgisayar Grafiği teknolojisinin gelişmesinde önemli adımlar atmıştır.).

Üç boyutlu bilgisayar grafikleri ilk zamanlarda, düzgün olan ya da olmayan her türlü nesne için gölgelendirilmiş resim algoritmesini kullanmaktaydı. O günlerde, bilgisayarlar çok yavaş oldukları için, kayıp yüzey (hidden surface) sorunları denilen sorunların çözülmesine odaklanmıştı. Düzgün poligonlar nesnelerin basit geometrileri bulunduğu için hangi yüzeyin diğerinin önünde olduğunu belirlemek bilgisayarın zamanın daha az almaktaydı.

1974'de Catmull, Utah Üniversitesi'nde foto gerçekçilik üzerine çalışmaya başladı. Düzgün yüzeyleri bilgisayar ortamında yapan ilk kişiydi. "Catmull yüzeylerin poligonal yama dizileri ile temsil edilmesinden ziyade, cebirsel denklemlerin direkt ortaya çıkardığı yamalar olarak temsil edilmesini önerdi. Bikübik yamaları, kenarları eğri paralel poligonlar oluşturuyor ve x , y ve z gibi üç değişkenle tanımlanabilen parametrik denklemlerle ifade edilebiliyordu. Değişkenler yamanın koordinatlarına uygun ve herbir u ve v gibi iki değişkenini bir fonksiyonunu oluşturur. Yamanın kenarları u ve v 'nin fonksiyonlarıdır"⁶⁹.

Bu yaklaşımla sorun, kübik yüzey parçalarını resder için hiçbir analitik çözüm

⁶⁹ Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 73.

bulundurmuyordu. Bu nedenle Catmull yüzeyleri yaklaşımla hesaplamak için tekrarlanan alt bölümleri (recursive subdivision) yöntemi kullandı. Böylece kübik yüzey parçalarını bir görüntü ögesi (pixel) haline getirene kadar küçülttü. Yamaların avantajı oldukça büyük ve devamlı eğime sahip olan yüzeylerin oldukça az sayıda noktalarla tanımlanmasına olanak sağlamasıdır. "Bu yöntemin en çok kullanıldığı alanlar otomobil ve uçak tasarımları ve heykeltıraşlık gibi karışık detayları içeren uygulamalardır. Catmull bu görüntü ögesi büyüklüğündeki yüzey parçalarında kapalı yüzey sorununu çözmek için z anabellek (z-buffer) metodunu geliştirdi. Bu metod şu anda bütün bilgisayar grafiklerinde kullanılmaktadır. Bunun yanında görüntüleri geometri üzerine aktaran özel bir metod geliştirdi. Bu sayısal fotoğraf ya da onun gibi bir görüntü geometrik yüzey parçalarının üzerine düşürerek gerçekliğini artırmaktadır"⁷⁰.

II. Derece Türev Denklemleri

Bikübik yama üç boyutlu obje tasarımı için önemli bir atılımdı. Bu yöntemle mükemmel düz yüzeyler oluşması sağlanıyor ve poligonlarda eğimle oluşan bozulmalar böylece ortadan kalkıyordu. Bu yöntem bilgisayarın verimliliğinin çıkış noktası olmasını sağlamıştır.

Son zamanlardaki bir gelişme de, bikübik yüzeyleri tarif etmek üzere II. derece türev denklemlerinin kullanılmasıdır ki, bu tek bir denklemle birçok yamanın tanımlanmasını sağlamaktadır. "Bu teknik gölgelemede bir probleme çözüm oluşturdu. Yamalar ve poligonlar ayrı ayrı gölgelemede kullanıldıklarında, örneğin spekular parlak ışıklandırmalarda (yüksek yansıtıcılığı olan ayna benzeri yüzeylerde) renk ve yoğunluk açısından belirsiz olarak ayrılan yamaların birleştirilmesinde, aynı anda birden fazla yama ile ilgili işlem yapabilmek ki, bu Catmull'ın orijinal modelinde yoktu, daha düzgün gölgeleme olanağı sağlamaktadır"⁷¹.

⁷⁰ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 73.

⁷¹ Aynı, s.73

Görünmeyen Yüzeylerin Çıkarılması

Saklı yüzeylerin çıkarılmasında iki genel biçim bulunmaktadır. Çizgi tarama algoritması ve z buffer (Tampon) yaklaşımı.

Çizgi tarama algoritması

Çizgi tarama değiştirme algoritması bir nesneyi tanımlayan tüm poligonları bir rota izleyerek herbir poligonun yüzeyini çizgi dizileri halinde üç boyutlu yüzeye dönüştürürler. “Bilgisayar izleyiciye en yakın olanı saptamak üzere, bazen aralık olarak adlandırılan bu tarama çizgileri herbir poligonla karşılaştırır. Diğer aralıklarla kapanan aralıklar kaldırılır, çünkü yakın olan poligonun görüşten uzak olanı kapatacaktır. Sadece geride kalan aralıklar yani izleyiciye en yakın olanlar tam bir görüntü haline dönüştürülecek aralıklardır”⁷².

72.

Z Tampon Yaklaşımı

Z tampon yaklaşımı bilgisayar hafızasındaki bir bölüm ekrandaki herbir pixel için z değerlerinin izlerini saklar. “Daha sonra bilgisayar aynı x ve y değerleriyle tüm pixellerin z değerlerini karşılaştırır. En düşük z değerleri haricindekileri hesaba katmaz. Bunlar izleyiciye en yakın pixel değerleri olacaktır. Sonunda yüzeyi birçok keskin kenarlı poligonlardan oluşan katı bir objenin iki boyutlu görüntüsü meydana çıkaracaktır”⁷³.

Cisimsel (SOLID) Model Oluşturma - Katı Modelleme

Katı model oluşturmada, görüntüler sınırlı bir geometrik şekil dizisinde

⁷² Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 73.

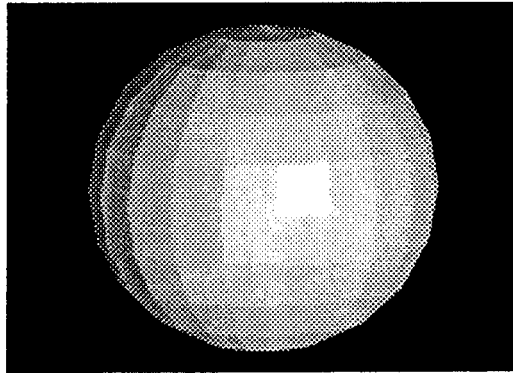
⁷³ Aynı, s.73

gerçekleştirilir. Bu basit şekiller bilgisayarın hafızasında depo edilir. Daha büyük modeller oluşturmada inşa blokları olarak kullanılır. Video ve yayın alanlarında bu tekniğin birçok uygulaması yer almaktadır. Sınırlılığı, serbest biçimli verileri ve görüntüleri ekrana getirememesidir. Teknik özellik bilgisayar destekli mühendislikte (CAE) yaygındır. Çünkü geometrik şekiller kolayca makine hareketlerine dönüştürülebilir.

ÜÇ BOYUTLU NESNELERİN YÜZEY NİTELİKLERİ

Üç boyutlu grafikler, sadece objelerin geometrisi, pozisyonları ve boyutlarını işlemekle kalmaz, aynı zamanda onların yüzeysel özellikleriyle de uğraşır. “Gerçekte bir objenin yüzey tanımlaması ve durumunu belirtme en az onun geometrik tanımlaması kadar karmaşıktır. Yüzey nitelikleri rengi, nesnelerin dokularını (patemi) yüzeyin ışığını, parlamaları, yansımaları gibi birçok özelliği içerir. Üç boyutlu modellerden sonra, nesnelerin yüzey nitelikleri üç boyutlu bilgisayar animasyonun önemli yapı taşlarındandır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda yüzey niteliklerinin belirlenmesinde bazı değişik teknikler kullanılmaktadır”⁷⁴. Bunlar kısaca şunlardır:

Düz Gölgeleme Tekniği: En hızlı ve kolay tekniktir. Modeldeki her bir çokgen için bir renk yoğunluğu belirlenir. Sonuçta elde edilen görüntüde renkler arasındaki geçiş oldukça belirgindir. Bu nedenle yalnızca düz yüzeylerde ve hızlı görüntü elde etme amacına uygundur (Şekil 3).

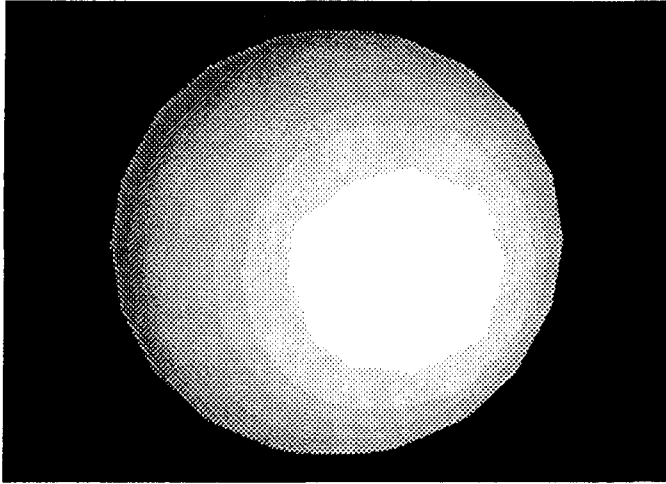


Şekil 3. Düz Gölgeleme Tekniği

⁷⁴ Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 73

Gouraud Gölgeleme Tekniği: Geliştirilen bir diğer metod Gouraud gölgelemedir. “Henri Gouraud tarafından Utah Üniversitesi'nde 1971'de geliştirilmiştir. Herbir poligona ayrı ayrı işlem yapmak yerine, tüm yüzeyi gölgelemiştir“⁷⁵. Poligon bir kenarından diğerine düzgün bir geçiş yapmış ve bu nedenle poligonların bir tarafından diğer tarafına gölgelenmesini düzgün hale getirmiştir. “Eğer bir nesnenin yüzeyini bir çokgenin oluşturduğu bir mozaik olarak düşünürseniz Gouraud gölgeleme modeli, çokgenlerin uç noktalarındaki renk ve parlaklığı doğru ölçerek ve sonra da çokgenlerin iç alanları için bunları karıştırarak yüzey oluşturur“⁷⁶.

Gouraud gölgeleme metodunda “poligonun kenarındaki aydınlanma, yakınındaki poligona uymalıdır. Şekli iyileştirmek için bazı kurallar poligonun düz yüzeyi boyunca uygulanmalıdır. Sonuç daha gerçekçidir“⁷⁷. Tüm bunlara rağmen Gouraud gölgeleme tekniğinin bazı sınırları vardır. Gouraud gölgeleme tekniğinin kenar geçişleri birbirinden farklıdır, fakat bu parçaların (poligonların) kendileri de bir uçtan bir uca gölgelendirilirler (Şekil 4).



Şekil 4. Gouraud Gölgeleme Tekniği

⁷⁵ Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 73.

⁷⁶ “Etkilenmek Sanattır”, PC Günlüğü Dergisi, Mayıs 1993, s. 108.

⁷⁷ “Inside Video Graphics systems”, Broadcast Engineering, September 1992, s. 44.

Phong Gölgeleme Tekniği: 1975'de Utah Üniversitesi'nde çalışan Phong Buir Tuang, ayna benzeri spekular yansımaları göstermek üzere bir metod geliştirme çalışması, temelde Lambert'in yasasının bir uzantısıydı. Bir yüzey hesaplanmış eş miktarlarda ışık yansımalarının yanısıra Phong, izleyiciye yüzeyden ne kadar ışık yansıtılacağını hesaplayan bir yöntem geliştirdi. Diğer gölgeleme metodları gibi "Phong'un bu yöntemi ışık kaynağı ve izleme düzlemi (viewing plane) arasında ne kadar keskin bir açı varsa o kadar az ışık yansıtılacağını göstermektedir. Yansımayı yaymanın tersine spekular yansıma normalin çevresinde toplanmıştır. Önceki metodlarda olduğu gibi eş alanlar üretmenin tersine spektral yüzeyler ışık kaynaklarının doğrudan izleyicinin gözüne yansıtacak yansıtı konsantrasyonlar gösterecektir"⁷⁸.

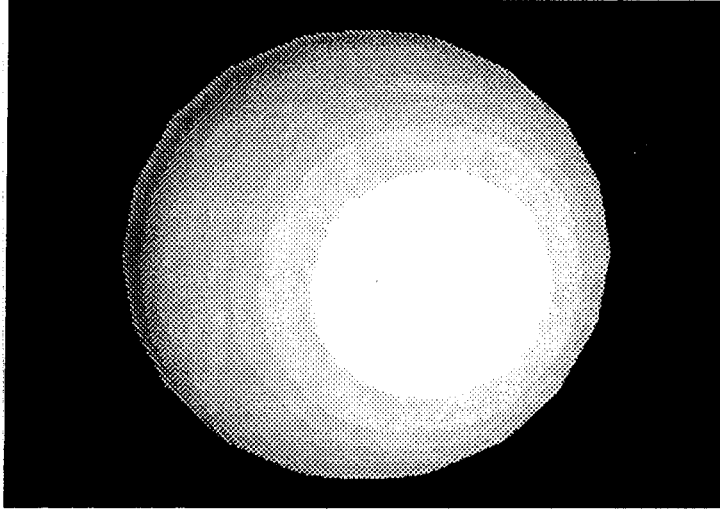
Phong gölgelendirme tekniği yüzeylerin kenarlarındaki geçişlerin daha yumuşamasını ve gölgelerin koyudan açık değere doğru ani sıçramaların (keskin geçişlerin) olmamasını sağlar. Bir nesnenin yüzey eğimleri çok değişken değilse (örneğin bir top gibi sürekli eğime sahipse) Phong gölgelendirmesi iyi sonuçlar verir. Fakat yapı ani eğim değişiklikleri gösteriyorsa, Phong gölgelendirmesi bu geçişleri olması gerekenden fazla yumuşatabilir. "Günümüzde gelişmiş üç boyutlu animasyon sistemlerinde bu gölgelendirme tekniği derecelendirilerek kontrol altına alınmıştır. Phong gölgeleme yüzey üzerindeki tüm noktalarda gerçek aydınlanma vektörlerini yüzey formülüne göre hesaplar"⁷⁹. Phong tekniği üç boyutlu yüzey tanımlamada en yaygın olarak kullanılan ışıklandırma tekniğidir. Bu teknik fazla hesaplama gücü gerekmeden gerçekçi yüzeyler oluşturabilir. Ancak hala bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Işık kaynakları sınırsız uzaklıkta farzedilmekte, nu nedenle sahne içinde alınamazlar ve model ışığın bir değerine sıçradığı şekilde düşünerek yansıtıcılığı hesaba katmamaktadır.

Gerçek dünyada hem ışık kaynaklarından hem de diğer yansıtıcı yüzeylerden ışık yansıtan yüzeyler görürüz. Kendisinden öncekileri gibi Phong'un modeli de diğer yansıtıcı yüzeylerden değil sadece ışık kaynağı olan yüzeylerden yansıma olduğunu göstermektedir. "Gouraud, basit olması ve kendisine yönelik donanımda kullanılması ile

⁷⁸ Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 75.

⁷⁹ "Inside Video Graphics systems", Broadcast Engineering, September 1992, s. 44.

daha hızlıdır. Phong ise yazılım içerisinde geliştirilmek zorundadır. Her iki yöntem de plastikten yapılmış gibi görünen bir nesneyi üretebilmektedir. Yumuşaklık, pürüzlü kenarları ya da çapraz çizgiler yüzünden oluşmuş basamak etkisini kaldıran antialiasing adlı bir bir geçiş sağlanır ve sonuç daha gerçekçidir⁸⁰. (Şekil 5)



Şekil 5. Phong Gölgeleme Tekniği.

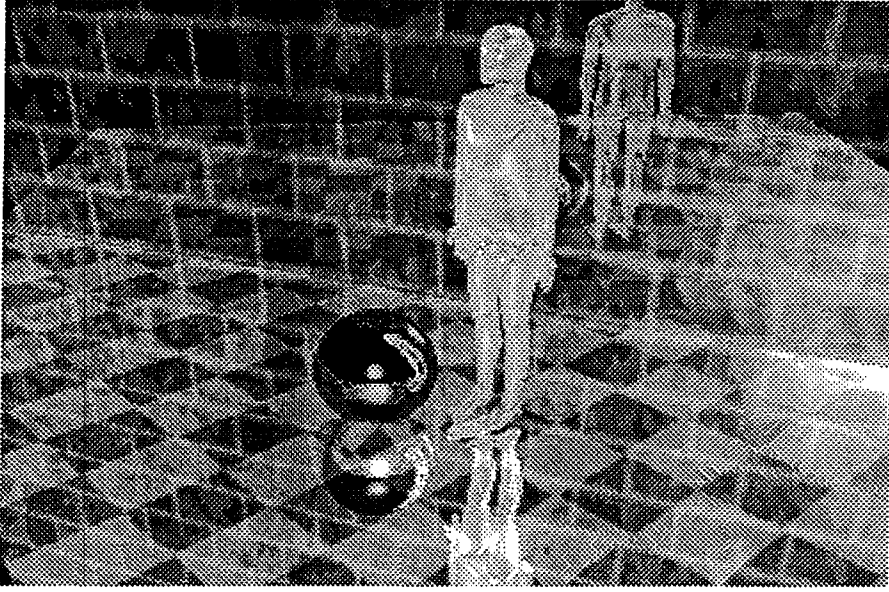
Işın İzleme Tekniği: 1980'lerin başlarında Turn Whitted Ray Tracing “(yüksek kaliteli bilgisayar grafikleri üretmek için ilerlemiş ve karmaşık bir teknik) denilen render tekniğini geliştirdi. Render algoritmalarının yansımaya ve kırılma etkilerini ele almadan önce Whitted bir prizma tarafından ışık kavisini etkili olarak modellemeyi gösterdi⁸¹.

Genelde bir manzara seyrederken manzaradaki cisimler birden fazla yönden gelen ışığı yansıtırlar.“ Cisimler ayrıca diğer bir cisimden yansıyan ışıkları da yayabilir. Bu yansımadan dolayı cisimlerdeki ışıklar rastgele yönlerdeki ışık ışınlarından etkilenirler. Bunlar hesaplanabilir. Çünkü gelme açısı yansımaya açısına eşittir (açılar normale göre ölçülür, normal yüzeye diktir). Gerçek kaynak teorik olarak geriye birkaç yansımaya yapar, bundan dolayı yüzeyin relatif yansımaları ve onun yansıdığı yüzeye verdiği renk gözönüne alınmalıdır⁸². Bu tür yaklaşıma "raytracing" (ışın izleme) denir. (Şekil 6)

80 Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 75.

81 "Tasarımda ve Üretimde Bilgisayar", Bilgisayar Dergisi, Ocak 1989, s. 85.

82 "Inside Video Graphics systems", Broadcast Engineering, September 1992, s. 44.



Şekil 6. Işın İzleme Tekniği.

Işın izleme tekniği ile bilgisayarda binlerce ışık ışını modellenir. Işık kaynağından çıkan her ışın bilgisayar tarafından izlenir. Işın bir yüzeye çarptığında yüzey bir bölümünü yutacak ve dışarıya cismin rengi verilecektir. Işın izleme tekniği en çok matematiksel işlem (computing power) gerektirenidir. "Bu metod oldukça fazla matematiksel çaba gerektirdiğinden son zamanlara kadar bilimsel araştırmalarda ve televizyon reklamlarında (ticari amaçlı grafik sistemlerinde) kullanılmaktaydı. Günümüzde birçok animasyon sistemlerinin çoğunda oldukça fazla kullanıldığı görülmektedir. Fakat ışın izleme tekniği ile elde edilen görüntüler gerçeğe yakın sonuçlar vermektedir"⁸³.

Radyosite Tekniği: 1985'lerin ortalarında Don Greenberk'in yöntemi altındaki bir grup, Cornell Üniversitesi'nde radyoaktif ısı aktarım mühendisliğinden radiosity algoritmasını aldı. Örneğin bir ışık bir duvar üzerine düştüğünde, duvar rengini çevreye dağıtır ve çevresinde bulunan nesnelere aydınlatır. Bu çiftli aydınlatma etkisi, büyük bir denklem takımının çözümüne gereksinim duymaktadır. Saçınan yansımalar, ışın izleme tekniği ile iyi modellenemez. Bu durumlar için geliştirilen radyosite tekniğinde ışık enerjisinin bir şekli olarak ele alınır. Diğer tekniklerden farklı olarak, ilk olarak çevredeki

⁸³ "Gerçeğe Yakın Görüntüler", Sistem Otomasyon Dergisi, Ağustos 1992, Sayı 19, s. 13.

bütün ışık etkileşimleri bağımsız olarak belirlenirler.“ Radyosite tekniği özellikle nesnelerin birbiri üzerinde yansımalarında iyi sonuçlar verir. Bu yöntem şu ana kadar bulunan rendering yöntemlerinin en çok zaman harcayanıdır. Fakat grafikler gerçeğe çok benzemektedir. Bu yöntem foto gerçekliğin çıkmasına basamak olmuştur“⁸⁴.

Çağın Yaklaşımı: Foto gerçekçilikte bundan sonraki en büyük engel, radiosity tekniği ile Ray Tracing yöntemlerinin birbirlerini tamamlayabilmesidir. Radiosity tekniği, ışığı sadece dağılma etkisini kullanmaktadır, yansıma ve doğrultu ihmal edilmiştir. Isı aktarımında bu yöntem oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Fakat radiosity tekniği kullanılarak yapılan görüntüler, bir miktar yassı görünmektedir. Çünkü yansıma ihmal edilmiştir. Diğer taraftan ray tracing yöntemi, radiosity'nin karşılıklı aydınlatma özelliğine sahip değildir. Foto gerçekçilik sadece modellenmiş çevrenin doğasına bağlıdır.

Foto gerçekçilik render algoritmasının önemi, “varsayılan ortamlarda ışığın hesaplanarak modellenmesi ve anlaşılması isteğinden gelmektedir, sadece gerçeğe çok yakın görüntüler elde etmek için değil. Foto gerçekçilik bilgisayar görüntülerini daha eğlenceli hale getirmektedir“⁸⁵. Örneğin, Terminator II'de sıvı metal adam bilgisayarla üretilmiş sıvı-metal bir adam; “bir karakterden diğerine gözler önünde geçebilen, vinil yüzeyden insan haline geçebilen, kendisini tersine çevirebilen, uzuvlarını demir çubuklara dönüştürebilen, gördüğü herşeyin yapısına bürünebilen ve hatta donmuş metal parçalarından kendisini yeniden yaratabilen bir adam; tüm bu özel durumlarda bu teknik kullanılmıştır“⁸⁶.

Foto gerçekçilik algoritması süper bilgisayarlarda bile yavaş kalmaktadır, fakat bazı hesaplamalar çok defa tekrarlanmaktadır. Bunların hızını artırmak için bazı özel donanımlar tasarlanmaktadır. Bu tasarımlar, hesaplama zamanını bin kat azaltabilmektedir .

⁸⁴ "Mac ile Animasyon", Fare Bilgisayar Dergisi, Ağustos 1990, s. 12.

⁸⁵ Özer Mustafa Onar "Gerçek Gibi" Bilgisayar Dergisi, Ağustos 1990, s. 12.

⁸⁶ "Etkilenmek Sanattır", PC Günlüğü Dergisi, Mayıs 1993, s. 108.

Doku Haritalama (Texture Mapping)

Yüzey modellemede daha gelişmiş bir metodun adı doku haritalamadır; 1976'da yine Utah Üniversitesi'nde Jim Blinn ve Martin Newell tarafından gerçekleştirilmiştir. Teknik, herbir bikübik yamayı ekrandaki herbir pixel için dört normal olarak tanımlayan dört koordinat noktasının kullanılmasına dayanmaktadır. (Önceki tekniklerde, Phong'unki gibi, herbir poligon veya yamaya bir normal kullanılıyordu)

Sonuç herbir pixelin kusursuz üç boyutlu oriyantasyonunu verebilmektedir. Eğer istenilen efekt tümsekli bir yüzey ise yüzey boyunca yüzeydeki herbir pixelin normallerini değiştirecek veya bozacak bir denklem uygulanır." Model daha sonra ışıklandırıldığında, denklem örneği doku illüzyonu vererek ortaya çıkar. Herhangi bir doku bir yolla yaratılabilir. Dokular ekranda boyanabilir ve daha sonra herhangi bir yüzey üzerine kaplanabilir"⁸⁷.

Benzer bir yöntem kullanılarak, iki boyutlu desenler üç boyutlu nesnelere çevresine kaplanabilir. Bu işlemi gerçekleştiren programlar genelde üç temel seçenek sunarlar. Bunlar, düz doku tanımlama, bir yüzeye bir çıkartmayı yapıştırmaya benzer; bu teknik genellikle görel olarak daha az eğitime sahip yüzeyler için kullanılır."Kaplama olarak adlandırabileceğimiz ikinci yöntem, aynen bir nesneyi kaplamak gibidir. Fakat nesneyi kaplarken bozulmalar olabilir, bu bozulmalar kontrol edilemez. Üçüncü türde ise, program bu tür bozulmaları daha önceden tanımlanmış geometrik bir model kullanarak denetler"⁸⁸. Tasarımcı, texture kullanırken önce nesnenin yapısını tanımlamalı, bir küreye mi, bir silindire mi, yoksa başka bir nesneye benzediğini bilmek zorundadır.

Autocad 3DS2 programında doku kaplama programı içerisinde -planner-silindir-küresel- diye üç ayrı seçenekle sunulmuştur. "Değişik türden desen kullanarak yansımalar ile oluşturulmuş bir görüntünün görsel özelliklerinin çoğunu gerçeğe yakın bir yapıdadır. Örneğin, ayna desenleri adından da anlaşıldığı gib, yansıma efekti oluşturabilir. Bir yansıma deseni tanımlamak için, efektin uygulanacağı nesnenin çevresinin bir

87 Stephen WERSHING&Paul SINGER, s. 82

88 Özer Mustafa Onar "Gerçek Gibi" Bilgisayar Dergisi, Eylül. 1992 s.12

görüntüsünü almakla işe başlanır. Sonra bu görüntü bir desenmiş gibi yansıtan nesneye uygulanır. Şeffaflık derecesi ile oynanarak nesnenin yansıtma derecesi kontrol edilebilir. Bu yöntem ışın tarama yönteminde oluşturmaktan daha az vakit almaktadır. Çünkü yansımaların oluşmasını istediğimiz yerleri tasarımcı belirleyerek istenen gerçeklik seviyesini kontrol edebilir⁸⁹.

Kısacası doku kaplama tekniği ile iki boyutlu bir görüntünün üç boyutlu bir nesne üzerine kaplanmasıdır. Tipik bir örnek dünya haritasının bir küre üzerine geçirilmesi verilebilir. Kaplanacak dokular programlar tarafından yaratılabileceği gibi, hazır görüntülerin taranarak bilgisayar aktarımı yoluyla da elde edilebilir. Alias Studio ve Pixar'ın Render Man yazılımları prosedürel doku kaplamalarını kullanmaktadırlar. Doku kaplama teknikleri genellikle yazılım olarak hazırlanmasına karşın bazı iş istasyonlarında donanım özelliği olarak sunulurlar. "Render Man yazılımı, yukarıda belirtilen yüzey tanımlama tekniklerine ek olarak, yüksek kaliteli, fotoğraf gerçekliğinde canlandırma imkanları sağlayan bazı belirli metodları içermekte. Render Man uyumlu bir yazılım paketini kullanarak bir model oluşturur ve bunu istediğiniz ışıklandırma ve madde çeşitleriyle birlikte kullanacağınız değişik desenler veya yansıtma seviyeleriyle biraraya getirerek görüntüyü tanımlarsınız. Ardından bunu bir RIB (Render Man Interface Bytestream) dosyası olarak saklar ve bunu bilgisayarınızda çalışmakta olan Render Man yorumlayıcısı ile bunu kayıt cihazınıza aktarırsınız. Bütün yüzey tanımlamaları ve ışık efektleri, Pixar'ın gölgelendirici (shader) olarak adlandırdığı birşeyin varlığına bağlıdır"⁹⁰. Aslında gölgelendiriciler yüzeylerin görünümünü belirleyen program parçacıklarıdır. Bu gölgelendirici kodu, sıklıkla, mevcut maddenin görsel özellikleri hakkında da bilgiler içerir. Örneğin bir maun gölgelendiricisi, bir maun ağacı kesitinin grafik görüntü dosyası değildir. Bunun yerine, maun ağacının yüzeysel, yansıtma ve renk özelliklerine dair bilgiler içerir. Render Man programında isteyebileceğiniz hemen hemen her türlü efekt bu türden gölgelendiriciler tarafından meydana gelir. Değişik maddelerin gerçeğe yakın özelliklerini ortaya çıkarmanın yanısıra, bu program parçacıkları, atmosferik efektleri, çevre desenleri çok kısa bir sürede görüntüler oluşturabilir. Bu tür sistemler, "Render

⁸⁹ "Mac ile Animasyon", Fare Bilgisayar Dergisi, Ağustos 1990, s. 9

⁹⁰ Aynı, s.10

Man veya başka programlar olsun gelecekte kullanıcılara 'fest' vari pazar olarak sunulacaktır Ayrıca sanatçılar bir rahatlık hissi oluşturma amacıyla başka bir desen tanımı daha kullanırlar. Kabartma (tümsek -Bump Map-) adı verilen bu desenler ışık ve gölge kullanarak derinlik hissi verilmiş iki boyutlu görüntü dosyalarıdır. Doku tanımlamalarna izin veren çoğu canlandırma programları bu türden kabartma (tümsek) desenler oluşturmaya izin verirler"⁹¹.

Perspektif

Perspektif üç boyutlu mekanın, bilgisayar monitörü ya da kağıt yüzeyi gibi iki boyutlu yüzeylerde oluşturulmasıdır. "Perspektifin görüş noktası, bilgisayarın pencere ya da kareyle (Frame) ilişki içindedir. Bu fonksiyonların beraberliği bir göz ya da kamera gibi sonuç verir. Bilgisayar grafikleri birçok çeşitle perspektif modeli oluşturabilir. Ancak biz RÖNESANS sırasında gelişmiş olan tek bir gözden kaybolan nokta"⁹² (tek noktalı perspektif) perspektifi üzerinde yoğunlaşmıştır .

Görüş Noktası (POV) (Gözlem Noktası) (Kamera)

Görüş noktası (POV = Point of view) ile beraber (perspektif) kamera ya da gözün kendisine doğru baktığı hedef noktadır. Hedef nokta pencerede yer alır, pencere (frame) görüş noktasına dik olan dörtgen bir görüntü düzlemdir ve hedef nokta bu pencerenin ve görüş alanının ortasında bulunmaktadır. Üç boyutlu ortam, uzayda herhangi bir yerde konumlanmış bir görüş noktasından genişleyen bir görüş alanı tanımlayan bir görüntü piramidi tarafından görme noktasına yapılandırılmış bir pencere sayesinde görülür. Çevremizde bir nokta ile görüş noktası arasında çizilmiş ışınlar pencereyi ya da nesne

⁹¹ "Mac İle Animasyon", Fare Bilgisayar Dergisi, Ağustos 1990, s. 11

⁹² Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 172.

düzlemini ikiye böler ve çevremizdeki perspektif yansımalarını şekillendirir. Pencere, kameradaki film ya da gözün retina tabakasına benzer tek fark onun görüş noktasının arkası yerine önüne yerleştirilmiş olmasıdır.

Perspektif görüntüsü objenin herbir noktasının pencere üzerine bu noktalar görüş noktası arasında bir ışın çizilmesi yoluyla ve bir ışının pencereyi kestiği yerin tanımlanması yoluyla yansıtılmasından elde edilir. Bu durum objenin içindeki noktaların koordinat sistemlerinin pencerenin koordinat sistemine dönüştürülmesidir. Bir lens (mercek) pencerenin ve POV'nın (görüş noktası) toplanmasıdır, bir merceğin odak uzaklığı ise pencere ile POV arasındaki mesafedir. Normal merceklerde pencere ile POV'nın arasındaki mesafe pencerenin çaprazına eşittir.

Pencereye daha yakın olan POV geniş açılı mercekler fonksiyonunu ve daha uzak olan POV ise telefoto mercekler fonksiyonunu oluşturur. "POV daha uzağa çekildikçe perspektif daha yatay bir görünüm alır. POV sonsuza getirildiğinde ise noktalar ortopunal yansır. Yani penceredeki bir noktanın x, y konumu doğal çevredeki x, y konumuyla eşitlenmiştir. Derinlik değeri z koordinatı gösterilemez. Kavisli çizimler ya da balıkgözü gibi geniş açılı merceklerin büyümesiyle artan dağılımlar, bilgisayar perspektifinde oluşmaz, ancak bu tür efektler oluşturulabilir. Diğer birçok perspektif çeşidi, örneğin izometrik, küresel, anamorfik hatta M.C. Esher'in gerçekdışı hayalleri ya da Pompei'nin biçimsel ancak Rönesans sonrası perspektifi bilgisayar grafiği ile elde edilebilir. Zoom merceklerin odak uzaklığının çekim süresince değişmesi olayıdır. POV'nın bir ekseninde hareketi Pan ile akrabadır ve POV çekim boyunca çevrilmesine de dooly denir"⁹³. Pencere tıpkı göz gibi hareket ettirilebilir, aynı zamanda boyutları büyütülüp küçültülebilir, böylece hayali bilgisayar kamerası nesnelere bir atom parçacığı ya da gezegenler arası boyutlarda görebilir, pencere temel alanın azaltılması için eğilebilir.

⁹³ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 172.

ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYAR ANİMASYONDA HAREKET

Bilgisayar animasyonu, objelerin ve hareketin zaman çaprazında oluşturulması ve gösterimidir. Animasyon bilgisayar grafiğinin önemli bir parçasıdır, çünkü o hareketi yakalar bu da bizim algılama ve nesnelere anlayabilme kabiliyetimizi artırır. Animasyon her karesinde bir değişiklikler olan resimler bütünüdür. Animasyonda zaman değişimi kontrol edilebilir ve sadece zamanın belirlenmesi amacıyla kullanılmaz, sıkışıklık, tansiyon ya da etki kurma gibi değişkenlerin oluşturulması için de kullanılabilir. Animasyon görsel sanatların alanını genişletmektedir. Aynı zamanda sanatçıların duygularını uyandırmakta, fikir iletişimi yapmalarını sağlamakta ve öykülerini anlatabilmelerine olanak vermektedir.

Geleneksel görsel dil animasyon üretebilmek ve optik efektler oluşturabilmek üzere anlatımsal simgeler içerir. Bilgisayar grafik animasyon dilleri olayların başlaması ve bitmesinde, devam ettiği sürelerde ve değişme oranlarında tanımlama yapabilmek üzere özel bir dil kullanılır. Eylem (action), uzaydaki objelerin herbir hareket çeşitlerini, şekillerindeki değişimleri, kamera pozisyonlarındaki değişimleri, ışıktaki değişimleri ve özel efektleri ifade etmektedir. "Bilgisayar grafikleri, birçok içeriği, eylemi kapsar. Objeler zaman içinde hareket edebilir, büyüklükleri değişebilir, dönebilirler, deforme olabilirler ve kırılabilirler. Yüzeylerdeki kalıplar (patemler) kendi içerisinde harekete sahip olabilirler. Kamera pozisyonu değiştirilebilir (dolly), dönebilir (pan) ya da odak uzaklığı değiştirilebilir (zoom). Aynı zamanda ışıklar da sahneyi tarayabilir, şiddeti azalır çoğalabilir ve ışığın rengi değişebilir. Bir eylem genelde formların bir bölümü boyunca olan değişiklik olarak düşünülmüş ve bir ya da daha serbestiyel dereceleriyle kavramsallaştırılmıştır"⁹⁴. Buna rağmen bilgisayar animasyonda yaratıcılık genelde yeni bir eylemin arayışı içindedir. Şayet değişiyorsa onu hareket ettirir, şayet değişmiyorsa onu nasıl değiştirebileceğini araştırır.

Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda hareketin tanımlanması " dört temel aşamada gerçekleştirilmektedir:

⁹⁴ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 174.

1. Hareketin tanımlanması
2. Hareketin taslak görünümünün hazırlanması (Preview)
3. Hareketin değişim oranlarının düzenlenmesi
4. Hareketin kayıt edilmesi

Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda anahtar karelerin arası bilgisayar tarafından tamamlanır⁹⁵.

H. Bergson hareketin parçalara ayrılabilceğini ve her parçanın istenildiği gibi parçalara ayrılabilceğini belirtmektedir. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda anahtar hareketler arasının doldurulması işleminin temelinde buna dayanmaktadır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda anahtar hareketler arasının doldurulmasında Linear Key Frame, Spline Based, Hierarchical yöntemleri günümüzde bilgisayar animasyon sistemlerinin temelini oluşturmaktadır.

Bunun yanında, Forward kinematic, Inverse kinematic ve interactive methomurphosis yöntemleri geliştirilmiştir. "Linear Key Frame ve Spline Based yönteminde temel, tüm hareketlerin aynı yönde olmasıdır. Hareketler eşit aralıklarla yaratılır ve iki anahtar hareket arasındaki biçim değişiklikleri 'Spline Based' yönteminde 'Linear Key Frame' yöntemine göre daha akıcı olarak gerçekleştirilmektedir. Hierarchical yöntem (sıradüzensel) hareketin ileriye doğru 'Forward kinematic' olması temeldir. Hierarchical yöntemde, koşan bir insan hareketinde elin ve ayağın birçok hareketten oluşan hareketi kolun ve bacağın hareketinden kendi içinde etkilenmemektedir"⁹⁶.

Bütünsel ve sınırlı hareketler, hareketin tek tek hiyerarşik düzenleme ağı yapılması yoluyla elde edilebilir, bu durum objenin saklanması durumuna oldukça benzer. "Bütünsel ve sınırlı hareketlerin düzenlenmesi ise değişimlerin tek tek sıralanmasıyla olur. Karmaşık figürler örneğin bir robot hareketi ya da oyuncu, birleştirilmiş bölgesel değişimlerin hiyerarşik ağını kullanabilir. Karmaşık bir karakter hareketi oluşturmak üzere birçok aynı aynda devreye girecek işlemler ve parametreler gerektirir. En azından

⁹⁵ John HALAS, *Graphics In Motion*, München: Novum Press Brucmann, 1981, s. 144.

⁹⁶ Selmin KORAY, "İllustratif Resimlemeyle Bilgisayar Animasyon ve Durağan Resimlerin Canlandırılması Teknikleri Üzerine Bir Deneme." (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara 1989 s.20

oyuncu üzerindeki her bağlantı noktasında bir parametre vardır. Bir parametre tablosu her parametre için bir kolun ve bu parametreyi tanımlayan bağlantı noktalarının her pozisyonu için bir satır içeren bir kaynaktır. Animasyonda durağan pozisyonların bir sahneyi ya parametre tablosunun doldurulmasıyla ya da şeklin el ile işlenmesi ile tanımlanır⁹⁷. Daha gelişmiş sistemlerde, animasyona bir kareografin baleti değerlendirmesi gibi, durağan bir pozisyona onu belirleyecek isim vermesine imkan vermiştir .

Bu yöntem günümüzde kullanılan üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinin hareket dizgilerinin temelini oluşturmaktadır. Zıt bir yaklaşım da 'Inverse kinematic' (ters kinematik) yöntemidir. El ve ayak hareketlerini kol ve bacak hareketlerinin denetimine yükler. Bu yöntem zaman kaybına neden olduğu için pek pratik değildir. Karmaşık bir hareket tanımlamasının diğer bir yolu ise 'Interactive metamorphosis' (Etkileşimli başkalaşım yöntemi) olarak adlandırılmaktadır. "Bu yöntem Alias Research (Toronto Canada) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemle etkileşimli şekil değiştirme ve eğme, bükme, katlama gibi etkileşimli bir düzenleme olanağı sağlar. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda, nesnelerin hareketlerini tanımlarken, hareketler kendi içinde farklı canlandırma işlemleri olarak tanımlanmıştır. Bunlar; fiziksel hareketler (döndürme, geçiş, büyüklük-küçüklük), fiziksel dönüşüm (morph), kamera hareketleri ve ışık hareketlerinin tanımlanmasıdır"⁹⁸.

Fiziksel Hareketler

Geçiş (Translation): Bir objeyi üç boyutlu uzayda sola veya sağa, yukarı aşağı, içeri veya dışarı hareket ettirme dönüşümüdür. Bir belirleyici geçiş objenin hareket etmediğini tanımlar. Pozitif numaralı geçişler objenin uygun düşen pozitif eksen boyunca; bir başka deyişle sağa, yukarı ya da izleyiciye doğru yer değiştirdiğini gösterir. Negatif değerler objeyi sola aşağıya ve izleyiciden uzağa doğru hareket ettirir.

⁹⁷ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 177.

⁹⁸ Koray, Öner, s.32

Büyükük Değişimi (Scaling): Büyükük değişimi objenin küçülmesi ya da büyümesidir. Bu tanımla, büyükük değişimi her zaman nesnenin merkezi etrafında gerçekleşir. Geçiş hareketlerinde olduğu gibi x, y, z'nin herbirisi için olmak üzere üç adet büyükük değişimi vardır. Nesnenin deforme olmaması için üç yönde büyükük değişiminin eşit olarak artması gerekir. Örneğin, bir dairenin büyükük değişiminde sadece x ve y'de değişme yapıp z'de yapmamak elips şekli oluşturacaktır. Bir harfin sadece x'de değişimi daralmaya ya da genişlemeye sebep olacaktır. Bu hareketlerin fiziksel kuralları izlemesi gerekli değildir. "Birden büyük olan ölçü faktörleri objeyi büyütür, 0 ve 1 arasında olan ölçü faktörleri objeyi küçültür. Büyükükün sıfır olması ise objeyi bir nokta oluncaya kadar küçültür. Büyükükün değişimi zoom ile karıştırılmamalıdır. Zoom sadece lenslerin odak uzaklığını değiştirir, objeyi büyütüp küçültmez. Aynı şekilde, büyükük değişimi doly ile karıştırılmamalıdır. Doly kameranın objeye olan uzaklığının kamera hareketi ile ayarlanmasıdır. Kamera hareketleri objenin boyutunu etkilemez, görünümü etkiler, sadece büyükük değişimi objenin gerçek boyutlarını etkiler"⁹⁹.

Dönme (Rotation): Rotasyon (dönme) bir eksen etrafında dönmeyi ya da bir eksen etrafında açısai yer değiştirmeyi belirler. İki boyutlu bilgisayar grafiklerinde rotasyon sadece orjinin etrafında gerçekleşir. İki boyutlu rotasyona örnek olarak saatin kollarını gösterebiliriz. Üç boyutlu bilgisayar animasyonda üç türlü rotasyon vardır; x, y, z eksenlerinin herbirinin etrafında yapılan rotasyon. Objeler, belirli bir dönme açısı saptanarak ve yeni durumunun belirlenmesi için trigonometrik fonksiyonların kullanımıyla döndürülebilir. Rotasyon açısai dereceler ile ifade edebilir. Bu açılar pozitif negatif olabilir. Belirleyici rotasyon sıfır derecedir (ya da 360 derecenin herhangi katı). Rotasyonlar genellikle sağlak ya da solak olarak adlandırılır. Pozitif bir açı saat yönüne doğru ya da saat yönünün aksi yönünü belirler.

Strech ve Squash (Gerilme - Sıkışma): Hareket eden objeler gittikleri yöne veya dokundukları nesnelere göre elastikiyet kazanma eylemi gerçekleştiğinde hareket daha doğal bir yapıda gözükcektir. Bu olaya stretch ve squash denir. "Özellikle animasyonla ilgili hareket değişimleri stretch ve squash içerir, yani hız kazanan gerilir, hız kaybeden objeler perspektif olarak kısalır. Stretch ve squash aynı zamanda objeye ağırlık hissi kazandırır. Objeye

⁹⁹ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 177.

yerçekimine göre hareket ettiğinde yer çekimine tepki olarak gerilir ya da sıkışır. Üç boyutlu animasyonların çoğunda bu yöntemle gerçekçi bir görüntü amaçlayan hareket yaratılmasında kullanılır”¹⁰⁰.

Fiziğe Dayalı Nesne Hareketleri

Animasyon, bilgisayar yardımlı tasarım (CAD), tıbbi çizimler gibi fiziğe dayalı model yapımındaki gelişmeler grafik alanında hareketlenmeye neden olmaktadır. “Olası dünyaların en iyisinde, bir animatör yarattığı bir karaktere 'Sen şu merdivenleri çabucak in' diye emir verebilir. Ve o karakterde o emirini yerine getirir. Bir radyolojik tıbbi çizimler yapan araçlardan elde ettiği verileri kullanarak bir insan kalbinin üç boyutlu görüntüsünü yaratabilir. Yaratılan bu kalp, verilerdeki değişikliklere uygun olarak kendi kendine şekil değiştirebilir. Kısaca kalp atışları gözlenebilir. Kolayca anlaşılacağı gibi birer bilgisayar grafikeri olan bilim adamları, farklı uygulamalar olmalarına rağmen ortak bir noktada birleşerek, fiziksel kuralları bilgisayar animasyonda kullanarak, animasyon programlarını mükemmelleştirmeye devam etmektedir”¹⁰¹. Bu araştırmalar, fiziğin, bilgisayar grafiğine dayalı çizimleri, modelleri, animasyonu ve diğerlerini daha kolay ve ilginç bir hale getirdiğidir. Fiziğe dayalı model ve animasyon araştırmalarının başlangıcı 1980'lerin sonlarından sonra ticari yazılım animasyon programlarında kullanılmaya başlamıştır.

Örneğin Softimage firmasının çıkardığı Actur adı verilen üç boyutlu nesne ve karakterlerin neredeyse tam otomatik animasyonların hazırlanmasında animatörlerin yerçekimi, sürtünme ve rüzgardan yararlanmaktadırlar. Ve Macintosh bilgisayarlarını kullanan öğrenciler ya da animatörler 'bilgi devriminin etkileşimli fiziği' ile çalışabilirler. Bir Mac'deki simulasyon fizik laboratuvarlarında insanlar, ipler, motorlar ve prangalar gibi yerçekimi ve elektrostatik türü kuvvetleri yöneten fizik kurallarına göre hareket eden iki boyutlu element ve nesnelere kullanarak hareket deneyleri yapabilirler. Bu programın en son sürümü öğrencilere fizik kurallarını öğretmesinin yanısıra bu iki boyutlu

¹⁰⁰ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 177.

¹⁰¹ “Physical Graphics”, Computer Graphics World, March. 1993 s.37.

simülasyonların Quick Time adlı bir başka programda bir tür film haline getirmeyi de içermektedir.“Fiziğe dayalı modeller ve hareket üzerinde çalışmalar yapan ve öncülerden olan ve ayrıca iki boyutlu çizimlerden otomatik olarak üç boyutlu nesnelere geliştirmede fizik kullanımına ilişkin araştırmalar yapan Toronto Üniversitesi profesörlerinden Demetri Terzopoulos gerçek fiziğe dayalı model araştırmalarını beş yıldan fazla bir süredir yapıldığı ve artık araştırmaların ticari yazılımlarda görülmesinin zamanının geldiğini belirtmektedir. Pu anda görsel grup yöneticisi olarak çalışmakta olan Terzopoulos 'Digital Equipmet Corp' şirketinin desteği ve Ingrid Carlborman'un direktörlüğünde biotibba ilişkin, iki fiziğe dayalı model projesi üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir“¹⁰².

Yine Toronto Üniversitesi profesörlerinden James Stewart bir bilgisayar karakterini merdivenlerden aşağı inmek, yukarı çıkmak için kandırmaya çalışmak gibi kızgınlık veren bir problem üzerinde çalışmaktadır. Stewart 'problem insan vücudu gibi kompleks, yüksek derecede özgürlüğü olan nesnelere eklemeler ve vücudun bölümleri arasında etkileşimin kompleks ve pek tahmin edilemez olmasıdır' demektedir. Yapmaya çalıştığı fiziksel kuralları ekleyerek çıkararak bu kompleks yapıyı elde edebilmektedir.

Stewart çok basit bir fizik kuralından yola çıkmaktadır.

$$\text{Kuvvet} = \text{Kütle} * \text{Hız}$$

Daha sonra bu kuralı 'diz ekleminin hızı şu' ya da 'ayak parmağının yörüngesi budur' gibi çeşitli değişkenlerle hareketi arıtmaktadır. Stewart 'nesnenin hareket değişkenleri sistemine onun özgürlük derecesini zorlamak için değişkenler ekliyorum' demektedir. “Eklenen bu fiziksel kurallar bir karakterin 'oryantasyonunu' (ayağı hafifçe ileri doğru kaldırmak ya da kütle merkezinin yaklaşık olarak iki ayağın ortasına denk getirmek gibi) ve 'duruşunu' (dizi kitlemek; yani hızını sıfıra eşitlemek gibi) fiziksel baskıların eklenmesi ya da çıkarılması topuğun yere değmesi gibi özel olaylara dayalıdır. Michael Kass, Andrew Witlen ile beraber ilk fiziğe dayalı karakter animasyonlardan birini gerçekleştirmişlerdir. Yaptığı animasyonda karakterler çevresindeki diğer objelerle deneysel sınırlılığa dayalı karşılıklı etkileşim içerisinde hareket etmektedir. İster gerçek, isterse mecazi fiziğin üç boyutlu bilgisayar grafiklerinde kullanılması, animatörlerin

¹⁰²“Physical Graphics”, Computer Graphics World, March. 1993 s.37.

model, şekil, animasyon yaratmadaki fikirlerini değiştirmekte ve animatörlerin yaratıcı ufuklarını zorlamaktadır"¹⁰³.

Örneğin Massachusetts Teknik Üniversitesi'nin iletişim laboratuvarlarında gerçekleştirilen bir animasyonda, insan ruhundaki öldürme arzusuyla, sağa sola saldıran canavar korkusunu ele alır. Bunun temeli 'Frenkestayn' filmierine kadar uzanmaktadır. Bu sahneyi daha da korkunç kılan şey hiç bir karesine insan eli değmemiş olmasıdır.Dev metal bir hamam böceği şehir sokaklarında gürültüyle koşar. Siren çalarak gelen polis arabalarını kenara atar, merhametsizce ilerleyen bu hayvan yüksek gerilim kablolarını kopartır, çatırtılarla etrafta yaralı bir yılan gibi sıçrayan kablolar ölüm saçmaktadır. Animatörler objeleri sokaklara yerleştirirken ve hamam böceğinin yerleşimini yaparken bunları kendinin belirlemesi yerine; yeni fiziksel kural programların sağladığı 'Yer çekimi ve sürtünme kanunları simülasyonları'na göre, bilgisayar tarafından otomatikman yerleştirilmiştir.

Teknik Üniversite'de gerçekleştirilen ve kompüter animasyon tekniğinin son ürünlerinden olan 'Grinning evil death' adlı kısa animasyon filmi eğlendirici özelliği ve mükemmel tekniği ile animasyon film festivalinde 'mükemmeliyet ve kritik' ödülleri almıştır. Doğa ve fizik kanunlarının mükemmel olarak taklit edildiği bu program ve filmin gerçekleşmesi yaklaşık bir buçuk yıl sürmüştür.Filmin bir başka hamlesi kan efektlerindedir. Yavaşça sıçrayan kan damlaları ve dağılması sıvaların değişik yüzeylerde nasıl hareket edeceği incelenerek gerçekleştirilen animasyon tüm doğallığı gözler önüne sermektedir. Simülasyon (benzeşim) tekniğinde doğal olana en yakınını gerçekleştirmek gerekir, sıvaların değişik yüzeylerde nasıl hareket ettikleri konusunda başlayan araştırmalar, paralel mikroişlemciliği bilgisayarlar ile mümkün hale getirilmiştir. Doğadaki fizik kurallarını yapışkanlık, dinamik hareketler, sıçrama etkisi, yerçekimi etkisi gibi tüm doğal hareketleri yazılan yeni animasyon programları ile canlandırınlabilmektedir.

Festivalde gösterilen filmdeki altı bacaklı hamam böceğinin modeli iki yıl önce üç boyutlu olarak üretilmesine rağmen animasyonu gerçekleştirmek için yeni fizik kurallarını içeren animasyon programının gelişmesi beklenmiştir.Animatörler Bob

¹⁰³ "Physical Graphics", Computer Graphics World, March. 1993 s.43.

Sabistan ve Mike McKenna "Gerçek hayattaki hamam böceğinin nasıl yürüdüğünü incelediler, detayları ortaya çıkarabilmek için Etimoloji ve Robot Bilimi Siberetik'ten yararlandılar. Hamam böceğinin hareketlerini inceleyip simüle ettikten sonra üç boyutlu olarak üretilen hamam böceğine hareketleri uyarladılar. Sonuçta ortaya çıkardıkları hareket programı ile hamamböceğinin vücudunu ve alt bölmelerine bağlı karmaşık bacak hareketlerini kontrol edebilirler. Her bacak hareketi belirli bir noktaya geldiğinde otomatikman diğer bacak harekete geçer, yavaş ya da hızlı yürümesinde ise ayakların hareketleri değişmektedir. Bu yürüyüş hareketinde dev böcek polis arabalarını ezerken, üstünden geçerken doğadaki sistem ile yükselmekte ve vücut dengesi değişmektedir. Tüm bunlar fizik kurallarının yeni animasyon programlarına uyarlanmasıyla gerçekleştirilebilmektedir.

Bilgisayarlı animasyon teknikleri araştırma laboratuvarı olan "Steve Strassmann zeki karakterler yaratmak üzerine olan araştırmaları animasyon konusunda bu tür çalışmalara yeni bir boyut kazandırmıştır. Steve'in amacı çizimlerindeki diğer nesnelere tanıyan, bir amacı olan, yaptıklarının nedenini bilen, karşı tepkilerden etkilenebilen üç boyutlu çizimden suni aktörler yaratmaktadır"¹⁰⁴. Festivalde ödül alan bu filmde 'interactive' objelerden birkaçı bazı karelere konuldu, böceğin ana caddede etrafını yıkarak ilerleyişi, arabaların viraj alışı sırasındaki dönme momentleri ile alacakları şekil hep animasyon programına yüklenerek gerçeklik artırılmıştır. Bu moment hareketinin temelinde uçak ve otomobil dizayn endüstrisinin 'hava tüneli simüle' programının özellikleri kullanılmakta, otomobil ve uçak şekilleri buna göre belirlenmektedir. Animasyonda kullanılan tüm bu yeni hareket teknikleri başlangıç safhasında olup sürekli gelişmekte ve gelişmelerin uzun zaman alacağı ve daha gelişmiş bilgisayarlara ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. Ortaya çıkan bir diğer sorun ise doğal hareketlerin karmaşıklığını ve esnekliğini taklit ederek yapılan film karelerinin boyanmasını (rendering) çok zaman almasıdır. "Doğal hareketler çeşitli ışıklandırma, renklendirme, yansıtma özelliklerini içeren bir animasyon karesinin boyanması (rendering) hızlı bilgisayarlarda dahi beş saat gibi bir süre almaktadır. Her saniyede 25 resim karesi

¹⁰⁴"Physical Graphics", Computer Graphics World, March. 1993 s.43.

geleceği bilinir ve toplam bir dakikalık bir animasyon filmi yapılmak istenirse sadece boyama işlemi yaklaşık bir yıl sürecektir. Büyük bir sorun olarak görünen bu işlem paralel mikroişlemcili bilgisayarlarla çözülmeye çalışılmaktadır¹⁰⁵.

IL&M'de (Industrial Light&Magic) yönetmenlerinden ve canlandırma (animasyon) sanatçısı Steve Williams bu durumda ölmüş birçok devlet adamını söylev verirken ya da hayatta olmayan aktörleri yeni filmlerinde tamamen sayısal olarak yerlerini alabileceklerdir. "Sayısal aktörlerin kullanılmasının bazı avantajları bulunmaktadır. Williams son hızla giden tıka basa dolu bir çevre yolunda bir bebeğin bulunduğu sahneyi örnek olarak veriyor ve 'sayısal bir bebek' diye vurguluyor.

Sanatları uğruna ölümü bile gözönüne alabilecek bu küçük aktörlerden şakayla karışık söz ederken aynı zamanda özellikle yeni bir film yapımında yapımcıların hayallerindeki herşeyin gerçekleştirilebileceğini¹⁰⁶ vurgulamaktadır .

Fiziksel Dönüşümler (Morph)

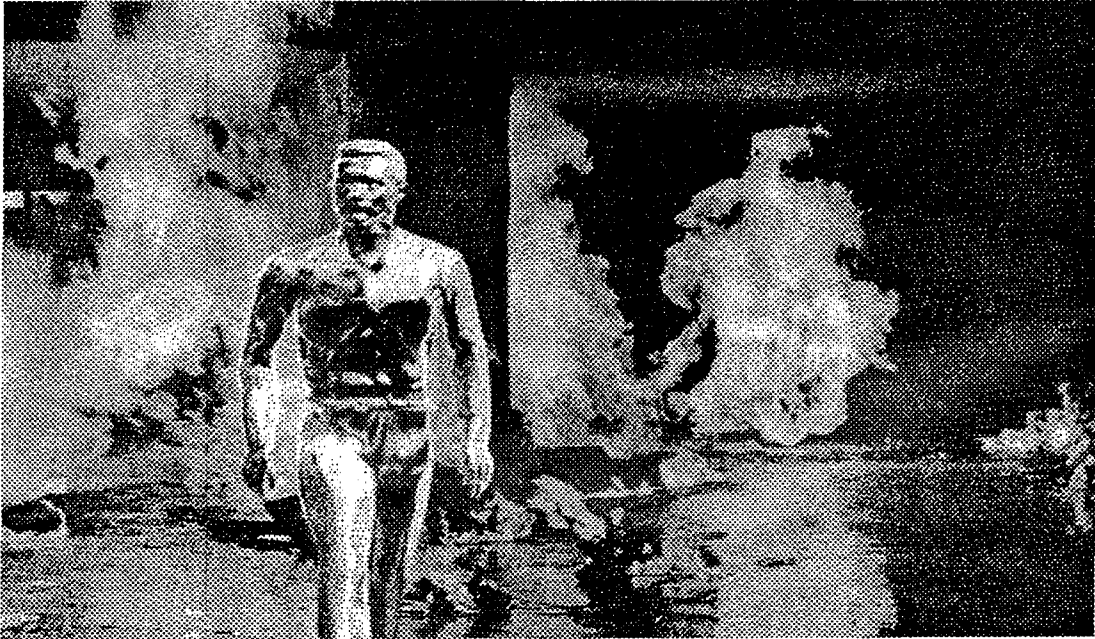
Hareketin yaratılmasında diğer bir yol, temel objelerin, iki boyutlu ya da üç boyutlu olsun, şeklini değiştirmektir. Fiziksel dönüşümler (morph) kendi vücut karakterlerinin korudukları yerde büyültme, küçültme, döndürmeden kaynaklanan değişimler değildir. Deformasyonlar objenin geometrisindeki değişimlerdir. Deformasyonların en basit yolu arayı tamamlama (in between) ya da iki durağan durum arasında geçişsel aşamalar serisi yaratmaktadır. Arayı tamamlama veya bağımsız şekillerin arasındaki bölüm belirlenmiş bir başlangıç ve durağan final pozisyonlardan geliştirilmektedir. Bunlara aynı zamanda anahtar pozisyonlar da denir. "Olayın temelinde, arayı doldurma olayı içindeki objenin uygun noktalarına, son belirleme taşır. Her iki belirleme de aynı sayıda numara içerecek (poligonlar) şekilde düzenlenir. Arayı tamamlama (interpolation) var olan iki değer arasındaki yeni değerlerin numaralarının hesaplanması yöntemidir. Yeni olan ara değerleri hesaplanmış numaralar geçiş objelerin tamamlanmasında

¹⁰⁵ Mc Kinley MORGAN, "Computer Graphics" World Broadcast News, October. 1990 s.40-44.

¹⁰⁶ "Etkilenmek Sanattır", PC Günlüğü Dergisi, Mayıs 1993, s. 109.

kullanılır.Kısacası morph bilgisayar animasyonda üç boyutlu objelerin hacimsel bir şekilden diğer bir şekle dönüşmesidir”¹⁰⁷.Günümüzde animasyon programlarının çoğunda morph olayı daha da geliştirilmiş ve objeler arasında nokta sınırlaması ortadan kaldırılmış ve örneğin bir ayakkabı bir otomobile dönüştürülebilmektedir.

Örneğin ülkemizde gösterim olanağı bulan The Abyss adlı filmde, sudan çıkan ve gövdesini şekilden şekile sokan canlı hareketleri ILM (Industrial Light and Magic) laboratuvarında metamorfoz hareketleri ile gerçekleştirilmiştir. Yazılım Alias firmasının, donanım Pixar'ın ve fikir ILM firmasıdır.Ve Terminator 2 herşey film senaristi ve yönetmeni James Cameron'ın yenilmez bir ölüm makinası yaratma düşüncesinden yola çıkarak Terminator (Yokedici) bilgisayar ortamında üretilmiş sıvı-metal bir adam bir karakterden diğerine gözler önünde geçmesi, uzuvlarını demir çubuklara dönüştürebilme, gördüğü herşeyin yapısına bürünme gibi efektler hep morph hareketleri ile gerçekleştirilmiştir. Terminator 2 filminde bilgisayar animasyonlarında Terminator'un katil robotu canlandıran polis kıyafetli Robert Patrick'inkilerle eşleşmesi gerekiyordu(Şekil 7).



Şekil 7. Terminator II Filminden

¹⁰⁷ Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 180-181

Bu sahne bilgisayar animasyonla bir metamorfoz ile gerçekleşiyor ve Patrick robota dönüşüyordu. Bu filmde en zorlanılan metamorfoz olayları ise Terminator'un eriyik durumdaki çeliğe düşerek öldüğü sahne olmuştur. "Yine Death Becomes Her'de (Ölüm Kadına Yakışır) Meryl Streep'in elleri, sihirli iksirin içilmesi ile birlikte genç bir kadının ellerine dönüşmektedir. Metamorfoz olayı, ayrıca gerçek hareketlerden bilgisayar canlandırıcılığına yapılan yumuşak aktarımlar için de çok yararlıdır"¹⁰⁸. Bilgisayar canlandırıcılığı, bir efekt yaratırken gerçek hareketlerle görünmez bir karışım hazırlamaktadır; oysa bunun tam karşıtı gerçek hayatta hiçbir zaman bulunmamaktadır .

Hareketin Taslak Görünümünün Hazırlanması (Preview)

Hareket animasyonunun temelini oluşturur, animasyonda oluşturulan ardarda görüntülerin izlenmesi animasyonda önemli bir sorundur. Bilgisayar animasyonda oluşturulan hareketlerin izlenmesi saatlerce ve günlerce sürer. Bilgisayar animasyonda sonuçlanmamış taslak animasyon dizgeleri gerçekleştirilebilmektedir, buna preview denilmektedir. "Hareketlerin taslak olarak gözlenmesinde nesnelerin biçimleri çizgisel (wireframe) olarak oluşturulur. Nesnelerin biçimleri (renk, doku, leke, ışık) ile gösterimi oldukça uzun bir zaman aldığı için taslak olarak oluşturulan animasyonda oldukça önemli bir problem durumundadır. Günümüzde bilgisayar teknolojisinin gelişimi ve grafik workstationlarının özelliği ile, çoğu animasyon programları real (Silicon Graphics- TDI- Wertigo, Wayfront, Alias, Renderman, vs.) realtime grafik iş istasyonlarında ön izleme, nesnelerin tüm özelliklerini (renk, ışık, doku, vs.) gösterebilmektedir. Bu da animatörlere zaman ve hareket tasarımı açısından önemli avantajlar sunmaktadır"¹⁰⁹. Autodesk 3DS2 (3DSTUDIO) AT&T'nin Topas (Silicon Graphics) TDI'nın görüntüleri wireframelerle ve leke, renk, doku, vs. özellikleri ile hareketi taslak olarak oluşturabilme özelliğine

¹⁰⁸ "Etkilenmek Sanattır", PC Günlüğü Dergisi, Mayıs 1993, s. 109.

¹⁰⁹ "Visualization & Animation Software Motivate Whit Motion", AVC. Presentation. July 1992 s.19-21

yeni bir tasarım önerdi. Birincisi, hem geometri hem de görüntü için aynı işlemcilerin kullanılması. Bunlar genellikle yüksek düzeyde dillerde programlanabilmektedir. Her iki taraftaki genel amaçlı RISC işlemcileri geometri hesaplamalarını yapabilenler ve metin aktarımının biraz hızlandırılmasıyla, görüntü hesaplamalarını da yapabilirler. İkincisi bütün işlemciler birbirleri ile hızlıca ve kolayca iletişim kurabilirler. "Geometri ve görüntü cihazları için uygun dizin yapısıyla daha genel bağlantı kurulmaktadır. Halka veriyolu yapısında her cihaz, görüntü belleğine RISC belleğine ve görüntü bellek erişimine sahiptir. Grafik hesaplamaları oldukça hoş bir şekilde dağıtılabilir. Daha önceden olduğu gibi geometrik hesaplamalar, pipeline durumunda 16 cihaza dağıtılmıştır. Bu yeni tasarımda geometrik hesaplamaların sonuçları uygun olduğu zaman cihazın aynı takımı görüntü ögesi işlemlerinde çalışacaktır" ¹¹¹. Bu yeni organizasyonun daha değerli olmasının nedeni daha genel olmasıdır.

Hareketin Değişim Oranlarının Düzenlenmesi (Editing)

Rastgele eylem eşit aralıkla gerçekleşir. Genellikle küçük bir artışla başlar, daha sonra normal dolaşım hızında büyük ve obje hareketin sonuna yaklaştıkça tekrar küçülür. Bu durumda örnek olarak sıradan bir otomobil hızlanmasını, normal seyrini daha sonra yavaşlamasını gösterebiliriz. Bilgisayar grafiklerinde hızlanma ve yavaşlama modellerin eases ve faring (tension) kullanılarak yapılır, bunlar değişim oranlarını hesaplarlar. Hareket değişim oranları bütün animasyonlarda kullanılabilir. Hareket değişim oranları objelerin, kameraların, zoomların, renklerin, ışıkların ve özel efektlerin kontrol edilmesinde kullanılır. Değişim oranları doğrusal hızlandırıcı ve yavaşlatıcı, sinüs eğrileri ve logaritmik dizilenmeler içeren değişik matematik formülleri kullanarak düzenlenirler. Hareketin değişim oranlarının parametreleri değişim oranlarının hızlandırma ve yavaşlatma gerektiği, zaman uzunluğunu içerir. Birleşik hareket değişim oranları genelde kesin olarak belirlenen, hızın içindeki değişim serilerini içeren

¹¹¹ "Bilgisayar Animasyon", Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yüksek Lisans Ders Notları. Eskişehir. 1992

sahiptir. Gerçek zaman üç boyutlu durumlarının hesaplama işlemlerinin çok ağır olmasından dolayı, etkileşimli grafikler özel donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. İnsan sinir sisteminin bir parçası da bu sistemler için özelleşmek zorundadır. Bası RISC işlemcilerinin en basit etkileşimli grafiklerin hesaplanması için uygun oldukları doğrudur. Özelleştirilmiş yüksek performanslı grafik sistemleri, son beş yılda kurulumları çok gösterişsizdir. Ticari olarak tüm sistemlerin kurulmasında, küçük değişikliklerle veri akış mimarisi kullanılmaktaydı.

Henry Fuchs, görüntü cihazlarında dikdörtgen yolunu öneren ilk kişidir. Sistem döndürme, aktarma, gölgelendirme, bölme ve görüntü ögesi (görüntü öğelerinin geometriyi nerede kestiğini belirler) örneklendirilmesiyle yüzey geometrilerini işlemektedir. Bu tasarım çevirici (assembl) satırı gibi çalışmaktadır ve bunu bir sonrakine aktarmaktadır. Buna pipeline denilmektedir. Diğer taraftan düşük ücretli sistemlerde, aynı zamanda genel amaçlı RISC işlemcileri de grafik işlemlerini yapmaktadır. Bu sistemler yeterli olan en düşük performansı sağlamaktadır. Görüntü ögesi ve görüntü verisi, sisteme görüntü ögesi veri yolundan girmektedir. Sistemin görüntüleme parçası, bütün görüntü ögesi işlemlerini yapar (örneğin Z arabelleklenmesi, görüntü biriktirmesi, alfa karışması ve metin aktarılması). " Her görüntü cihazı bir görüntü ögesi işlemcisi ve ekran belleği içermektedir. Görüntü cihazının bir dizini bloklara görüntü ögesi işlemektedir. Örneğin 4'de 4 dizini oluşturan 16 işlemci ilk olarak 4'e 4 görüntü ögesi bloğunu işleyecektir. İşlemci dizini bundan sonra, bir sonraki 4'de 4 bloğu işlemeye başlayacaktır ve bu işlemleri ekran tamamlayıncaya kadar devam ettirecektir. 16 ya da daha fazla işlemci bellek modülünün oluşması çalışma görüntüsü, iki nedenden dolayı önemlidir. Birincisi düşük ücretli DRAM yavaştır ve büyük miktarlarda almaçlı çalışma bellek modülünün olması bileşik band genişliği yükseltmektedir. İkinci görüntü ögesi hesaplamasına gerçek zaman için gereksinim duyulmaktadır. Bu sistemde daha fazla işlemci buldukça, bir görüntüyü daha hızlı hesaplayabilir. İlk defa 1986 yılında Silicon Graphics yapmıştır"¹¹⁰.

Yeni Tasarım: Jim Clarcak, gerçek zaman grafiklerini olanaklı kılan daha gerçekçi

110 "Bilgisayar Animasyon", Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yüksek Lisans Ders Notları. Eskişehir. 1992

hareketleri tanımlarlar. Bu duruma belirli bir objenin belirli bir zamanda belirli bir yerde olma gerekliliği diyebiliriz. Günümüzde animasyon programlarının çoğ hareket denemeleri gözleyip, düzenleme yapabilme olanaklarını sağlamaktadırlar.

Ve 3DS2 sisteminde key info bölümü hareket düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Bu düzenleyiciler aracılığı ile, pozisyon, dönme, büyüklük, küçüklük, morph (şekil) bilgileri içeren menüler bulunmaktadır. "Animasyon içerisinde bulunan tüm nesnelerin hareket eğrileri burada kontrol edilebilir, yeni hareket noktaları ilave edilebilir veya hareket eğrileri silinebilir. Tüm bu hareket değişim oranları zaman cetveli (time-line) içindeki karelerin birbirlerini bağlantılı olarak izlemesi biçiminde ele alır. Time-line düzenleyiciler birçok sonuç için oldukça yararlıdır. Burada nesnelerin zamanlanması, diğerleri ile göreceli olarak ele alınabilmektedir"¹¹². Hareket yörüngesindeki düzensizlikler gözlenebilmekte, yumuşatılabilmekte, ivmelendirme ve yumuşak hareketler izlenerek düzenlenebilmektedir.

Kamera ve Işık Hareketleri

Üç boyutlu Bilgisayar animasyonda kullanılacak kamera, gerçek bir kameraya benzer. Fotograf makinesindeki gibi ışık ışınları, bir merceğin odağından geçerek bir düzlem üzerine düşürüyorlarmış gibi düşürülür. Üç boyutlu Bilgisayar animasyonda kameraların animasyon esnasında merceklerinin değiştirilmesiyle yada görüntüyü derece derece açılarak ilginç efektler oluşturma imkanı verirler. Üç boyutlu Bilgisayar animasyonda, gerçek bir kamerada oluşturulamayan birçok hareketi oluşturma imkanı bulunmaktadır. Örneğin bir kapının anahtar deliğinden geçilebilir yada herhangi bir objenin içerisinde dolaşılabilir. Bunları gerçek hayatta oluşturmak oldukça güçtür, fakat üç boyutlu bilgisayar animasyon ortamında oldukça kolay gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca kameralar animasyon sırasında herhangi bir objeye bağlanabilir ve objenin hareketine bağlı olarak onunla hareket edebildiği gibi belirlenen

¹¹² Isaac Victor KERLOW&Judson ROSEBUSH, s. 178.

bir yol üzerinde kamera hareketi oluşturulabilir.Üç boyutlu Bilgisayar animasyonda, ışık kaynaklarının hareket ettirilmesiyle değişik efektler oluşturulabilir. Animasyon esnasında modeller üzerinde parlamalar, gölgelerde hareket, ışık şiddetinin azalıp çoğalması, ışık renklerinin değiştirilmesi imkanlarını sağlar”¹¹³.Işık kaynakları kamera yada herhangi bir objeye bağlanabilir yada bir yol üzerinde hareket ettirilebilir..

ANİMASYONUN KAYDEDİLMESİ

Bilgisayar animasyon kullanılacağı yere, amaca göre farklı türlerde çıktı alınır (hard copy). Bunlar (1) Kağıda baskı , (2) Slayt çıktısı, (3) Film çıktısı, (4) Video çıktısı, (5) Video diske kayıt.

Kağıda Baskı

Siyah, beyaz, renkli yazıcılar (printer) ya da çiziciler (plotter) aracılığı ile değişik tekniklerde kağıda ya da farklı malzemeye basılır. Ençok kullanılan nokta vuruşlu yazıcılar ile düşük çözümülemeli ve gri tonlaması olmayacak şekilde siyah-beyaz ya da tek renk baskı mümkündür.Laser yazıcılar ile 4 veya 8 gri tonlamasına sahip çok yüksek çözümlemede (600-1200-2400 dpi nokta inch) siyah-beyaz ya da tek renk çıktı alınabilir. Standart kağıt ya da asetat gibi malzemelere çıktı alınabilir.

Diğer tür yazıcılar ise mürekkep püskürtmeli (ink-jet) tekniği kullanarak siyah-beyaz ya da tam renkli (16,7 milyon) kağıt üzerine orta çözümlemede (300-600 dpi) çıktı alma imkanı verir.Diğer bir yöntem de ısı transfer tekniğidir (thermal transfer). Bu teknikle özel kağıt üzerine laser ışını yardımıyla değişik ısı şiddetinde noktaların taramasıyla orta düzeyde renkli çıktı alınabilir.

Kağıt için bir başka çıktı alma türü ise video copier adı verilen ve standart fotoğraf baskı

¹¹³ Claire DOYLE, "Painting By Numbers" TV Broadcast, October 1986 s. 72.

teknolojisini andıran yöntemle çalışan sistemlerdir. Bunda bilgisayar, sayısal bilgi resim çıkışı (video çıktısı) direkt olarak bu sisteme bağlanır ve fotoğraf kağıdı üzerine istenen kalite ve detayda resim-grafik-animasyon karesi kağıda basılabilir. Plotterlar ise daha çok mimari ve mühendislik dallarında çizgisel yöntem ile çok büyük boyutta çıktı almayı sağlayan normal rapido kalem kullanan mekanik çizicilerdir.

Slayt Çıktı (Saydam Çıktı)

Bilgisayarla yapılmış her türlü grafik, animasyonun en yaygın kullanıma sahip çıktısı ise slayt (saydam) üzerine baskıdır. Çok yüksek detaylı (4.000X4.000 ya da 8.000X8.000 çözünümlü 35 mm film üzerine) çıktılar almak mümkün olmaktadır. Slaytların istenen oranda büyütülüp yasıtılmasıyla farklı çerçevelerinin kullanılmasına ve renk ayarlarının tekrardan değiştirilmesi (baskı işlemi için) anında yapılmasına imkan verir. Farklı teknikleri kullanan bu sistemde düşük çözünümlüye sahip veya alçak çözünümlü vektörel ya da noktasal bazda üretilen bilgisayar grafik, animasyonları slayta basılabilir. Bilgisayar ile üretilen resimler, animasyon kareleri fiziksel düzkare (flat screen ışık ve renk kontrastlığı ve renk değerleri ayarlanabilen monitör) tonlamayı doğru veren elektron tüplerinin karşısındaki normal filmin pozlanması ile yapılmaktadır.

Film Çıktı

Bilgisayarın ürettiği grafik resim, animasyonların sayısal bilgi çıktılarının doğrudan bir film yazıcısına (film writers) bağlanır, film çok ince odaklanmış laser ışını ile her renk için ayrı ayrı taranarak görüntülerin film üzerine basılması tekniğidir.

35 mm filmde 8.000X8.000 çözünümlüye ve 16,7 milyon rengi bir karede almaya imkan veren bu sistemlerde maliyet oldukça yüksektir. Özellikle film efektlerinde oldukça çok kullanılır.

Video Çıktı

Üretilen her türlü grafik, animasyonların kitle iletişim araçlarında kullanılabilmesi için geçmeli tarama tekniği (interlaced scanning) dönüştürülmelidir.

Bilgisayarların ürettiği görüntülerin dikey ve yatay koordinatlara sahip noktalardan (pixel) oluşmaktadır. Bu noktaların bilgisayar ekranında farklı çerçeve, satır hızlarında ve çözümlemede direkt tarama (geçmesiz tarama) yöntemiyle yapılması doğrudan banda, kasete kaydını imkansız kılmaktadır.

Bu nedenle bilgisayar görüntülerinin kaydedilmesi, yayınlanması için öncelikle kullanılan televizyon yayın formatına uygun hale getirilmesi (pal-secam-ntsc) zorunludur. Bu işlemi ek bilgisayar donanım kartları ile gerçekleştirmek doğrudan banda, kasede çeşitli formatlarda kaydetmek bile mümkündür. Bilgisayar animasyonlarının üretilmesinde hareketliliğin gerçek zamanda sağlanamaması önemli bir sorun durumundadır. Bu nedenle animasyonu oluşturan birbirini takip eden görüntüler, banda ya da kasede özel kontrol donanım birimleri ve yazılımları kullanılır. Klasik animasyonda olduğu gibi bilgisayar animasyonunda da görüntüler tek kare-tek kare özel donanımlarla kaydedilir.

Video banda, kasede animasyon kaydının yapılabilmesi kasedin özel zaman kodu (time code) değerinin bulunması ve diğer gerekli olan görüntü referans bilgilerinin kaydedilmesi gerekir. Animasyon hareketin ilk karesinden itibaren bant üzerine belirlenen zaman kodu değerine programlanarak herbir karenin bir kere kaydını, kayıt cihazına gerekli tüm operasyonel komutları otomatik olarak vermekle animasyon kayıt işlemi tamamlanır.

Video Diske Kayıt

Optik ya da manyetik türde, okunabilir (ROM) bir kere yazılabilir (WROM) silinebilir şekilde gelişmiş olan video disklerde bantlarda kasetlerde karşılaşılan erişim hızı sorunu Hızlı erişim süresi ve sayısal kayıt okuma tekniği ile video diskler, bantlarda meydana gelen kasedin ileri-geri sarılması işlemlerini (preroll-postroll) işlemlerini ortadan kaldırmaktadır.

BÖLÜM IV

ÖZET, YARGI VE ÖNERİLER

Üç boyutlu bilgisayar animasyonda hareket, adlı bu çalışmada üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemleri ile hareket kuramları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir.

Görsel değerlerin oluşumunda en dinamik ektenlerin biri de hareket sorunudur. İnsanlarda tarih boyunca görsel ilgiler hareket üzerine çok yoğunlaşmış ve giderek görüntünün hareket izlenimleri aşılıp doğruca hareket eden görüntü ya da imge aşamasının dinamik olgularına ulaşmıştır. Hareket bir nesnenin belirli bir mekanda ve belirli bir süre içerisinde bir yerden diğer bir yere konum değiştirmesi olarak tanımlıyoruz. Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi zaman, mekan, hareket kavramları bir bütündür. Bu kavramların birinin ortadan kalkması durumunda diğerlerinin hiçbir anlamı kalmaz.

Tarihsel perspektif içinde doğal ya da yapay hareketin çözümü ve uygulamaya konması, tekniğin büyük bir gelişme gösterdiği 19. yüzyılın içindeki aşamalardan önce mümkün olmamıştır, ya da statik-mekanik uygulamalar düzeyinde kalmıştır. Fransa'daki Lascaux, İspanya'daki Altamira mağaralarının duvarlarındaki resimlerden, İsveç'te Tunç Çağı'ndan kalma Kivik anıtı üzerindeki resimlere; kimilerine göre İ.Ö. 5.000 yıllarına uzanan Karagöz'ün atası gölge oyunlarına; İ.Ö. 2.000 yıllarında Mısır'da firavunlar dönemindeki Ölüler Kitabı'nda yer alan çağdaş bir resimli romanı andıran dizi resimlerden Hitit kabartmalarına ya da eski Yunan'daki vazo resimlerine dek hep bu özlemi yansıtıyordu. Bu çabalar Rönesans'da da ve Yakın Çağ'da da devam etti; bu özlemi insanoğlu bir türlü gerçekleştirilemiyordu. İnsanların, tüm canlıların her çeşit hareketi büyük bir titizlikle inceleniyor; hareketin belirli bir anı; kağıda, beze, tahtaya, madene saptanıyordu. Hareketin belli bir anını büyük bir ustalıkla yansıtan bu çalışmalar büyük bir heyecanla izleniyor, fakat sonunda yine de bir eksiklik kalıyordu. Çünkü en ustaca gerçekleştirilmiş çalışmalar durağan hareket görüntüsünden öteye gidememiştir. Ortaya çıkan eserler, canlıların hareketli halinden ortaya çıkmaktaydılar. Ama yine de insanoğlunun hareketi çözümüleme çalışmaları sürmüş, sanatçılar, hareketin belirli bir anını yakalayan resimler yapmışlardır.

Hareketi içeren sanatlar olarak, insanlığın öyküsünün ilk dönemlerine dek uzanan dans ve tiyatro vardı, ama bunlar doğadaki tüm hareketleri aktaramıyorlardı. Bunlardaki hareket de ancak bir kez yaratılıyor, ikinci kez gerçekleştirilmesi yeni bir çaba gerektiriyor ve hiçbir zaman bir önceki hareketin aynısı olmuyor, ilk hareketin aynısı geleceğe aktarılamıyordu. Bütün bunların nedeni, hareketi olduğu gibi herhangi bir gereç üzerine aktarmak ve bunu istediği zaman yeniden verebilmek çok güçtü.

1887'de Fransız Emile Reynaud, tiyatro ve pandonime olan ilgisi sayesinde, modern sinemanın büyük bir bölümünün keşfine katkıda bulundu. Emile Reynaud "Praxinoscope" adını verdiği makinayla, resimleri hareketli görüyordu, fakat resimler potansiyel olarak görülüyor, çoğaltılan resimler prizma sayesinde algılanıyordu. "Praxinoscope" etrafında değişik hareketleri yansıtan resimler yerleştirilmiş bir çemberdir. Yüzeyleri sırlanmış cam biçiminde 12 prizma, öyle düzenlenmiş ki, prizmaların merkezi, resimler yerleştirilmiş çember ile aynı hizaya gelir. Hareket verilerek çizilen resimler, çemberin merkezinde böylece görünürler. Reynaud'un bu buluşu animasyonun başlangıcı olmuştur.

20. yüzyılda sinema, imgelerin hareketlenmesi sorununu, bazen gerçekten dramatik sanatsal bir içeriğe kavuşturarak karşımıza koymayı başardı. Öteyandan 20. yüzyıl, plastik sanatlarda hareket sorununu, doğruca plastik figür ya da nesnenin bir iç mekan ya da dışta hareketli bir özellik taşıyabileceği örneklere kadar vardırdı. Bu örneklerde nesnenin fiziksel yapısı rol oynadığı kadar, teknik yöntemler ve elektrik enerjisinin kullanımı da hareket sorununun çağdaş bir dinamizme ulaşmasında geçerli olanaklar sağlayabildi.

Plastik sanatların tarihsel oluşum serüvenleri yönünden modern aşamanın hareket kavramına özel bir anlam getirdiği gerçektir. Ancak hareket, duran bir obje ya da figürün dinamik özü içinde kavranabilen tarihsel bir anlamda ortaya koyabilmiştir. Objelerin bir 'hareket motifi' içinde ele alınarak resim ya da heykelde karşımıza çıkardığı bir hareket sorunu vardır. Örneğin, eski Mısır'da, Mezopotamya'da uygarlıkların dinsel sanatında figürlerin peşpeşe yürür biçimde oluşturulmaları böyledir.

Sanatın doğuş aşamalarındaki resim kompozisyonlarında figür ya da şema motiflerin büyüsel, simgesel bir içerik taşımalarının ötesinde ana niteliklerinden biri de saydamlıktır. Figürlerden birinin diğerinin üzerine çizilmesiyle birbiri ardından görülebilmeleri ilginç bir

düzen fikri oluşturur. Bunun zaman ve mekan duygusuyla ilişkisi vardır.

Resim sanatının erken aşamalarından beri düzenin sürekli bir yöntemi aşarak, eşzamanlılığa erişme yolunda bir evrimi oluşmuştur. Özellikle dinsel anlamlı tasvirlerde, figürlerin peşpeşe bir geçit törenini yansıtan sürekli düzen bütünlükleri içinde toplanmış. Yunan çağlarından başlayarak Roma'da devam eden bir tempoyla, figürlerin belli temalar ve tek çerçeve içinde düzenlendikleri yönde eşzamanlılık ilkesini yansıttıkları bir evrime dönüşmüştür.

1919 yıllarında sanat üzerine en önemli ve en çok yaygın etkiyi Almanya'da Werner kentinde Bauhaus okulunca gerçekleştirilmiştir. Bauhaus, değiştirmeliyiz, yaratmalıyız, çünkü hareket yaratmaktır. Hareket bir denge içinde olmalıdır, çünkü form ancak böyle yaratılabileceğini vurgulamıştır. Bu tür genel yaklaşımlarla, bir sanat ortamına ilişkin düşüncelerin nasıl değişikliğe uğratılabileceklerini ve bunların bir başka sanat ortamına nasıl uygulanabileceğini anlamak hiç de zor olmamıştır.

Tarih öncesi dönemlerden beri güçlü bir ifade ve iletişim aracı olarak işlevini sürdüren sanat, endüstri ve teknoloji devrimiyle birlikte önemli ölçüde değişmeye başlamıştır. Teknolojinin araç gereçlerinden yararlanan sanatçılar konu ve biçim açısından yapıtlarını zenginleştirmişlerdir. Fotoğraf makinesinin bulunuşu, fizik bilimindeki gelişmeler izlenimcileri etkileyerek bilimsel bulguların sanatlarına gimesine neden olmuştur. "Sanatta soylu yada soysuz gereç yoktur" diyen Picasso ve Braque, günlük yaşamın bir parçası durumuna gelen gereçleri kullanarak resim sanatına yeni bir hareket kazandırmışlardır. Diğer birçok sanat akımlarının hepsi, 20.yy. 'dak teknolojik gelişmelerin birer yansımalarıdır.

Sinema kuramcısı Dulac'a göre, hareket (aksiyon), durum arasında bir belirsizlik, karmaşıklık bulunduğunu vurgulamaktadır. Dulac'ın düşüncesinde çok önemli görünen bir yanı, sinemanın ruhu ve esası olan hareketin, bir temanın basit bir illüstrasyonu, doğal imajların yapay bir akışı olarak kabul edilmeyişidir. Dulac'a göre, hareketin küçük parçalara ayrılması ve bunlarda adeta kozmik bir yaşam boyutunun kavranmaya çalışılması, sinema estetiği alanındaki araştırmalar için yaygın bir amaç oluşturmaktadır. Dulac, sinema tek bir ritme bağlı olan bir hareketin ifadesi olmalı, ritm fiziksel bir öğeyle içsel bir öğeden oluşan hareketin gelişmesi olmalı, sinematografik yapıt ona yabancı olan her estetiği reddetmeli ve

tümüyle kendine özgü olanı aramalı, sinematografik hareket yaşamın kendisi olmalı, hareket sadece insanlarla sınırlandırılmamalı, doğayı ve düşsel alanı da kapsamalıdır diyerek sinemadaki hareket sorununu kısaca özetlemiştir

Görme duyumuna sunulan sanatsal-iletişimsel olgularda hareketi kitleye dönük biçimde kullanan araçlar sinema ve televizyondur. Ardarda birbirinden beslenen, kültür endüstrisinin klişeleri içinde dolanan ve bütün anlatısını bunlarla kuran bu bir başka gerçeklik çemberi animasyon, grafik ve özel efekt tekniklerindeki buluşlar her geçen gün daha da gelişmektedir. Giderek imgeler kendi aralarında alternatif bir dünya yaratır hale getirir. Bu alternatif dünyanın en göz kamaştırıcı ürünleri bilgisayar grafikleri, özellikle üç boyutlu bilgisayar alanında görülmektedir. Grafik sanatların yapı taşlarından animasyon, bireyi ve toplumu etkiliye bilecek görsel iletişim öğelerini tasarlayıp üretmesiyle, bilgisayar grafiklerinin en uygun kullanıldığı uygulama alanlarının başında gelmektedir.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon bilgisayar ortamında üç boyutlu mekanda (x, y, z koordinatlarında), üç boyutlu modelleme programları aracılığı ile oluşturularak hareket ettirilmesine denir. Üç boyutlu bilgisayar animasyon, iki boyutlu bilgisayar animasyonların gelişiminin bir uzantısı olduğundan genelde temel özellikler aynıdır. Basit bir animasyon objeyi bir yerden bir başka yere hareket ettirilmesidir. Fakat üç boyutlu bilgisayar animasyonunda objeleri birbirinden bağımsız hareket ettirilebilir, şekillerini ve hacimlerini değiştirme, kamera, ışık hareket edebilme olanağı bulunmaktadır. Ayrıca bilinen ya da gerçekte olmayan hayali nesnelere iki ya da üç boyutlu bir ortamda tasarlanarak, inceleyebilme olanağı bulunmaktadır.

Bilgisayar teknolojisinin grafik sanatlarının temel disiplinlerinden biri olan animasyon alanına girmesi ile grafik sanatı farklı bir boyut kazanmıştır. Sanatsal-iletişim olgusunda hareketi kitleye yönelik olarak kullanan araçlar sinema, televizyon ve bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle ortaya çıkan bilgisayar animasyon, özellikle üç boyutlu bilgisayar animasyonudur. Üç boyutlu bilgisayar animasyon hareket öğesini görmekten daha üst düzeyde bir duyarlılıkla, bir estetik boyuta yüklemesini sağlamıştır.

Üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinde en büyük özellik yazılımlardadır. Yapılacak işlem sırasına göre sistemde öncelikle çizilecek modelin "story

bord" senaryosu hazırlanmalı bu senaryoya göre modelin üretim tasarımına geçilmektedir. Fazla ayrıntılı üç boyutlu objelerin çiziminde uygulanacak tekniklerin karmaşıklığı animatörleri korkutsa da her yeni gün geliştirilen yazılımlar ile en karmaşık objeler bile (örneğin insan yüzü, parmakları) kolaylıkla oluşturulabilmektedir.

Üç boyutlu objelerin oluşturulmasında yüzeylerin sadece sınır çizgileri kullanılır. Bu yöntem; Wire Frame(tel çerçeve) adı verilmektedir. Üç boyutlu olarak oluşturulan objeler bir kere çizilir. Her yönden görünüşü için, döndürmek ya da o yönden bakmak yeterli olacaktır. Kısacası çizilen model gerçekte istenilenin telden yapılmış bir kopyası olarak kabul edilebilir. Modelin çizilmesinden sonra boyanacak renk seçimi (yüzey nitelikleri) ışık kaynaklarının rengi, türü ve verilecek diğer efektlerin (ışık yansımaları, şeffaflık, parlaklık, matlık gibi) ön denemesi ve seçimleri yapılır. Sonra çizilmiş objelerin hareketlerinin tanımlanması işlemleri, zaman içinde alacakları değişikliklerin programlanması gelir. Daha sonra oluşturulan animasyonu kare kare boyamak (rendering) banda ya da diske kayıt etme işlemi gerçekleştirilmektedir.

Bilgisayar animasyonu, objelerin ve hareketin zaman çaprazında oluşturulması ve gösterimidir. Animasyon bilgisayar grafiğinin önemli bir parçasıdır, çünkü o hareketi yakalar bu da bizim algılama ve nesnelere anlayabilme kabiliyetimizi artırır. Animasyon her karesinde bir değişiklikler olan resimler bütünüdür. Animasyonda zaman değişimi kontrol edilebilir ve sadece zamanın belirlenmesi amacıyla kullanılmaz, sıkışıklık, tansiyon ya da etki kurma gibi değişkenlerin oluşturulması için de kullanılabilir. Animasyon görsel sanatların alanını genişletmektedir. Aynı zamanda sanatçıların duygularını uyandırmakta, fikir iletişimi yapmalarını sağlamakta ve öykülerini anlatabilmelerine olanak vermektedir.

Geleneksel görsel dil animasyon üretebilmek ve optik efektler oluşturabilmek üzere anlatımsal simgeler içerir. Bilgisayar grafik animasyon dilleri olayların başlaması ve bitmesinde, devam ettiği sürelerde ve değişme oranlarında tanımlama yapabilmek üzere özel bir dil kullanılır. Eylem (action), uzaydaki objelerin herbir hareket çeşitlerini, şekillerindeki değişimleri, kamera pozisyonlarındaki değişimleri, ışıktaki değişimleri ve özel efektleri ifade etmektedir. Bilgisayar grafikleri, birçok içeriği, eylemi kapsar. Objeler zaman içinde hareket edebilir, büyüklükleri değişebilir, dönebilirler, deforme olabilirler ve kırılabilirler. Yüzeylerdeki kalıplar (paternler) kendi içerisinde harekete sahip olabilirler.

Kamera pozisyonu değiştirilebilir (dolly), dönebilir (pan) ya da odak uzaklığı değiştirilebilir (zoom). Aynı zamanda ışıklar da sahneyi tarayabilir, şiddeti azalıp çoğalabilir ve ışığın rengi değişebilir. Bir eylem genelde formların bir bölümü boyunca olan değişiklik olarak düşünölmüş ve bir ya da daha serbestiyel dereceleriyle kavramsallaştırılmıştır. Buna rağmen bilgisayar animasyonda yaratıcılık genelde yeni bir eylemin arayışı içindedir. Eğer değişıyorsa onu hareket ettirir, eğer değişmiyorsa onu nasıl değiştirebileceğini araştırır.

Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda hareketin tanımlanması dört temel aşamada gerçekleştirilmektedir, birincisi Hareketin tanımlanması, ikincisi hareketin taslak görünümünün hazırlanması (Preview), üçüncüsü hareketin değişim oranlarının düzenlenmesi ve son olarak hareketin kayıt edilmesidir.

Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda anahtar karelerin arası bilgisayar tarafından tamamlanır.Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda anahtar hareketler arasının doldurulmasında Linear Key Frame, Spline Based, Hierarchical yöntemleri günümüzde bilgisayar animasyon sistemlerinin temelini oluşturmaktadır.Bunun yanında, Forward kinematic, Inverse kinematic ve interactive methomorphosis yöntemleri geliştirilmiştir. .

Bütönsel ve sınırlı hareketler, hareketin tek tek hiyerarşik düzenleme ağı yapılması yoluyla elde edilebilir, bu durum objenin saklanması durumuna oldukça benzer. Bütönsel ve sınırlı hareketlerin düzenlenmesi ise değişimlerin tek tek sıralanmasıyla olur. Karmaşık figürler örneğın bir robot hareketi ya da oyuncu, birleştirilmiş bölgesel değişimlerin hiyerarşik ağını kullanabilir.Karmaşık bir karakter hareketi oluşturmak üzere birçok aynı anda devreye girecek işlemler ve parametreler gerektirir. En azından oyuncu üzerindeki her bağlantı noktasında bir parametre vardır. Bir parametre tablosu her parametre için bir kolun ve bu parametreyi tanımlayan bağlantı noktalarının her pozisyonu için bir satır içeren bir kaynaktır.Animasyonda durağan pozisyonların bir sahneyi ya parametre tablosunun doldurulmasıyla yada şeklin el ile işlenmesi ile tanımlanır. Daha gelişmiş sistemlerde, animasyona bir kareografin baleti değerlendirmesi gibi, durağan bir pozisyona onu belirleyecek isim vermesine imkan vermiştir .Bu yöntem günümüzde kullanılan üç boyutlu bilgisayar animasyon sistemlerinin hareket dizgelerinin temelini oluşturmaktadır. .Üç

boyutlu bilgisayar animasyonunda, nesnelere hareketlerini tanımlarken, hareketler kendi içinde farklı canlandırma işlemleri olarak tanımlanmıştır. Bunlar; fiziksel hareketler (döndürme, geçiş, büyüklük-küçüklük), fiziksel dönüşüm (morph), kamera hareketleri ve ışık hareketlerinin tanımlanmasıdır.

Günümüzde üç boyutlu bilgisayar animasyon endüstri, tıp, mühendislik, mimari, eğitim, sanat, eğlence gibi birçok alanda insanın günlük yaşantısının bir parçası durumuna gelmiştir. Çünkü bilgisayar grafikleri insan gözüne en iyi hitab eden bir gösterim aracı olmasıyla günümüzde en etkin iletişim aracıdır. Bu sayede tasarımcının tasarlama ve oluşturma yeteneklerini kamçılamakta, hızlı ve etkin kullanabilmesini sağlamaktadır.

Bilgisayarın animasyon alanında kullanılması animatörlere, yaratıcılık ve ekonomik açıdan önemli imkanlar sağlamaktadır. Yoğun bir insan emeğinin ürünü olan klasik animasyon da, bazı mekanik görevleri üstlenebilmekte ve gerçek zamanda hareketlerin incelenmesini sağlamaktadır. Böylece, zaman açısından önemli avantaj sağlamakta ve animasyonda hataların daha iyi gözlemlenmesi olanağını sunmaktadır.

Fakat çağdaş teknolojinin animasyon sanatına girişi çoğu sanatçıları ürkütme ve robotlaşmanın başladığı düşünülmektedir. Bilgisayarlarca gerçekleştirilen animasyonlar belki ideale yakın ama insanın etkinliğini büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır düşüncesi yaygınlaşmaktadır. Zira animasyon insan tarafından yaratılan ve insan tarafından algılanan bir sanattır. Fakat bilgisayar teknolojisini insan yaratmıştır, bu teknoloji ile gerçekleştirilen ürünler yine insantarafından yönlendirilmektedir. Çağdaş teknolojinin endüstriye ve özellikle grafik sanatlarının temel taşlarından animasyon sanatına getirdiği yenilikler çığ gibi büyümektedir. Bunların ülkemizdeki yansımaları her geçen gün yaygınlaşmakta, bu gelişmeler gelecek için ümit verici ve sevindiricidir.

EKLER



1



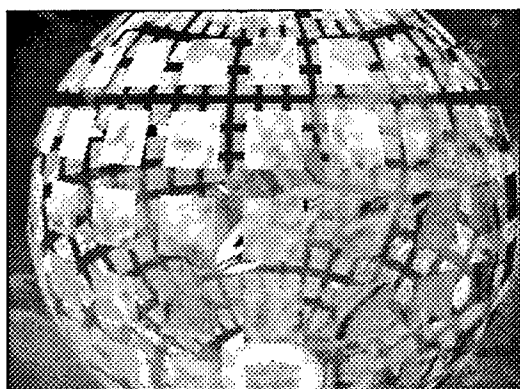
2



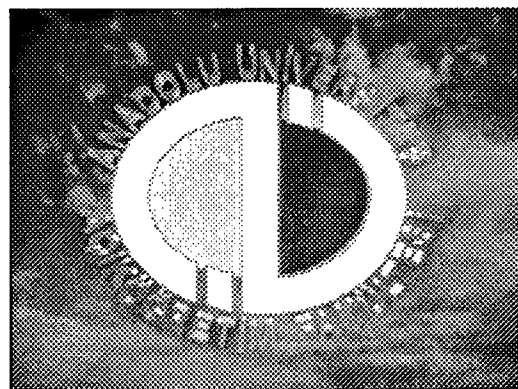
3



4



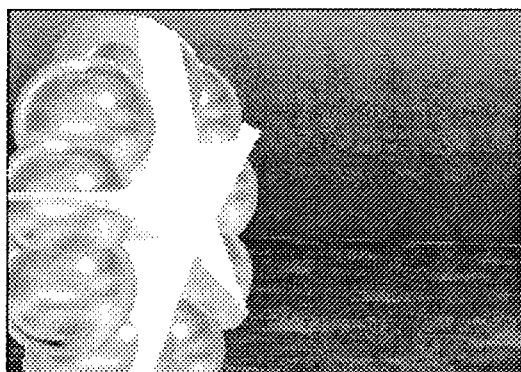
5



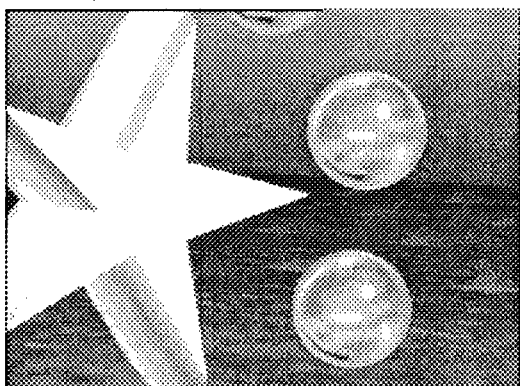
6



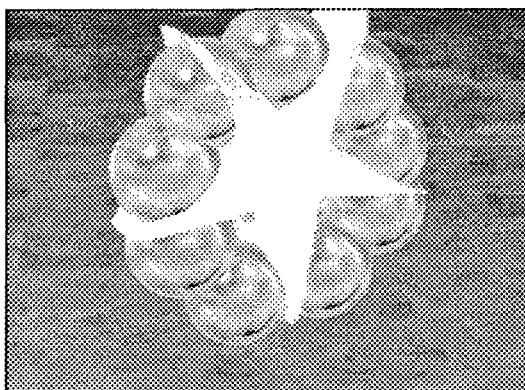
1



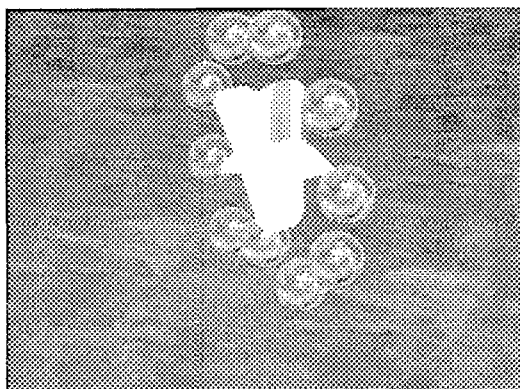
2



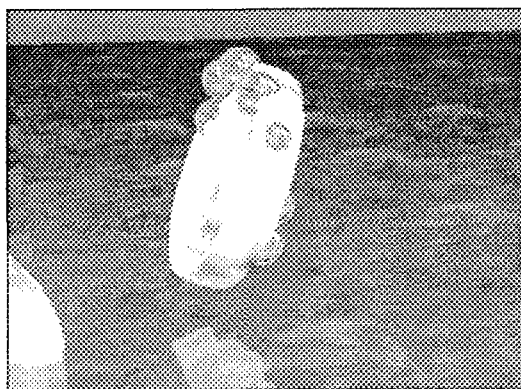
3



4



5



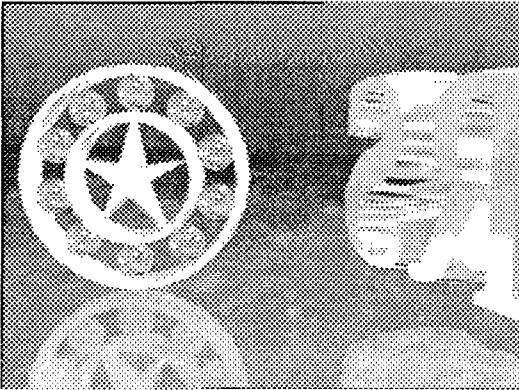
6



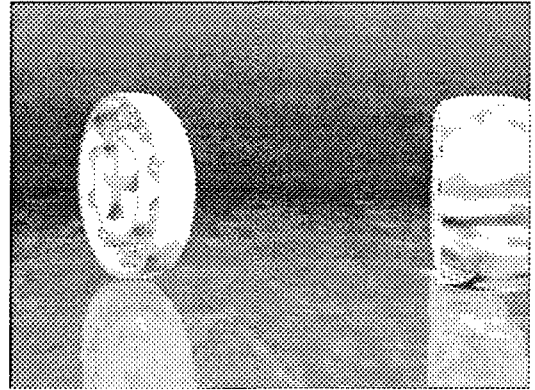
7



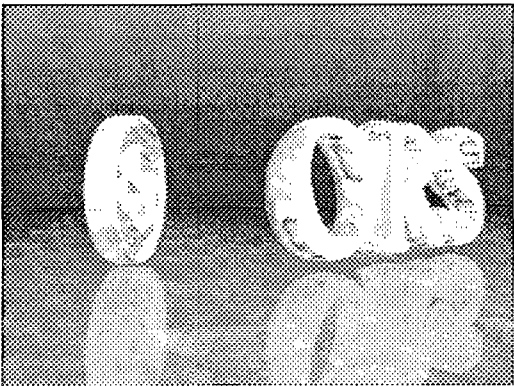
8



9



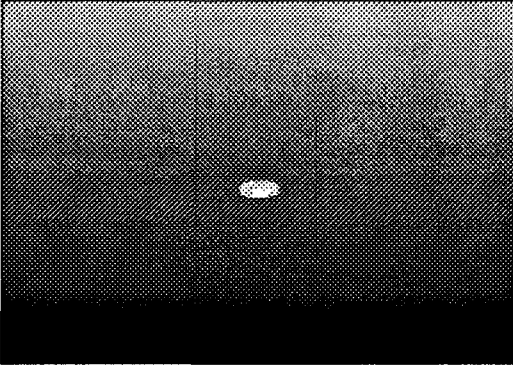
10



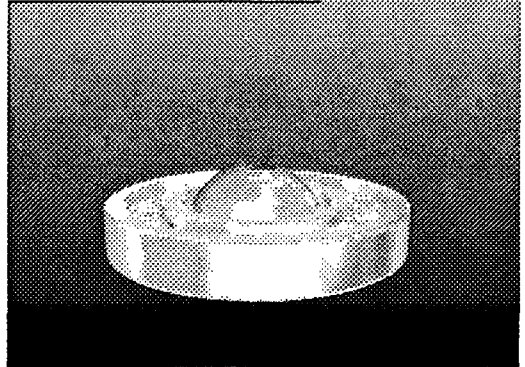
11



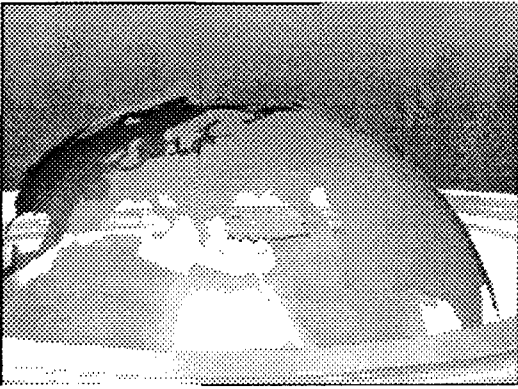
12



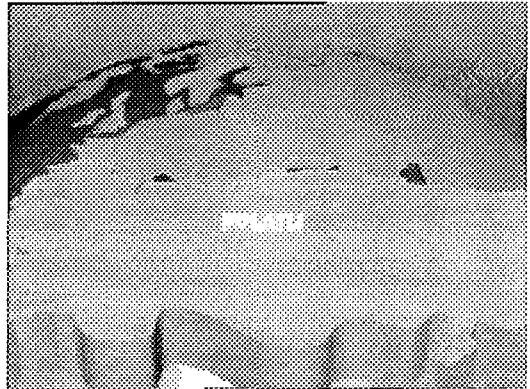
1



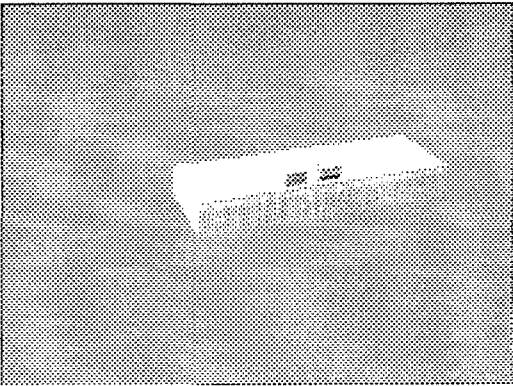
2



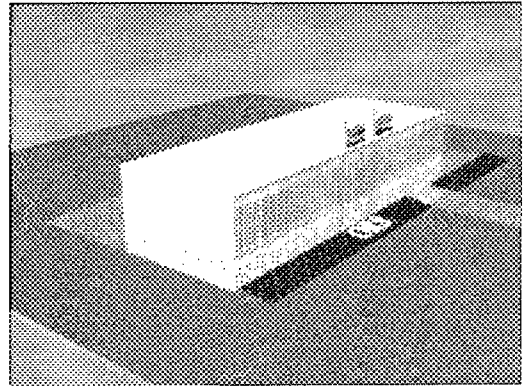
3



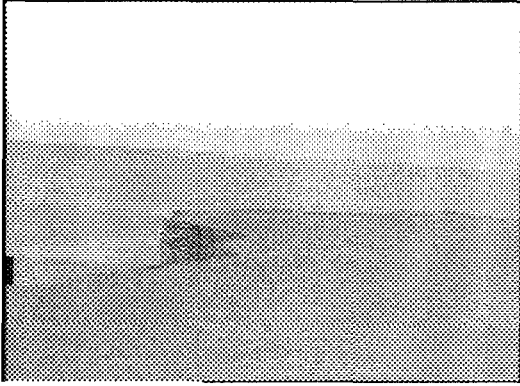
4



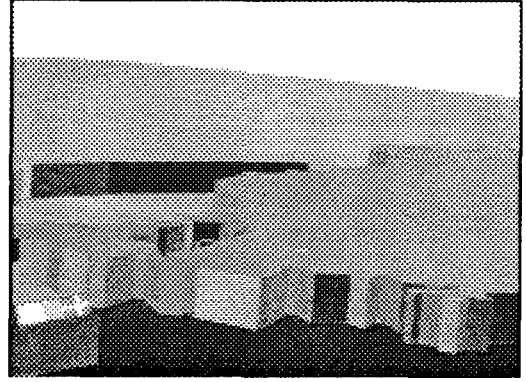
5



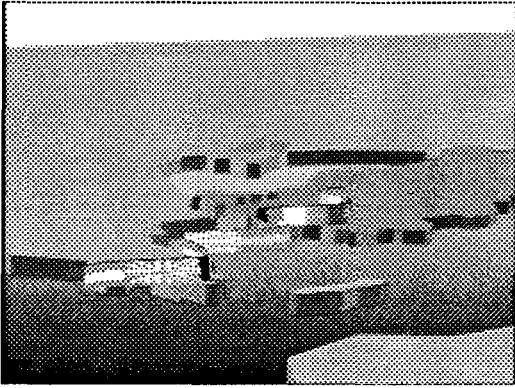
6



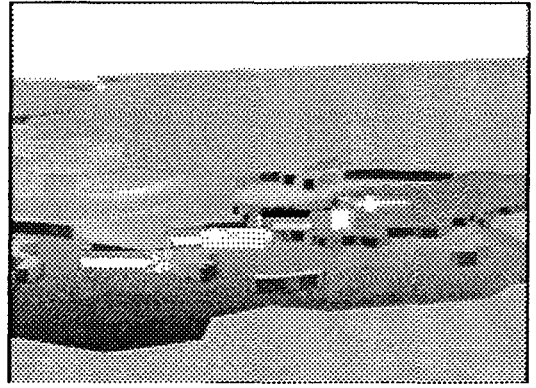
1



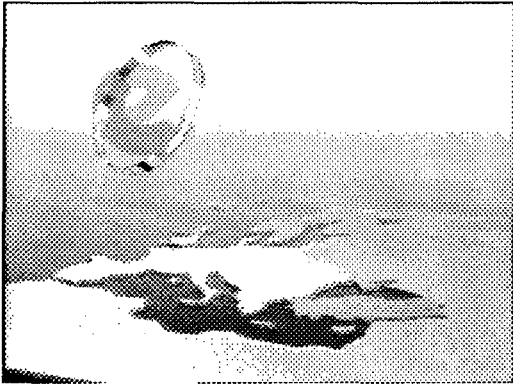
2



3



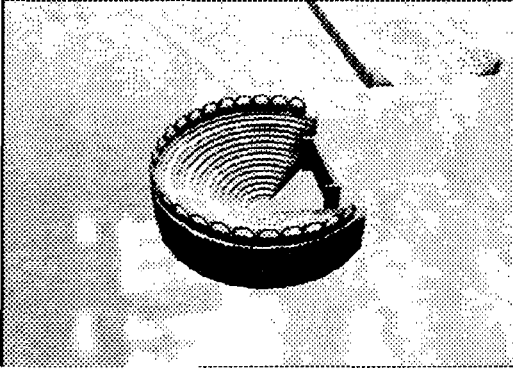
4



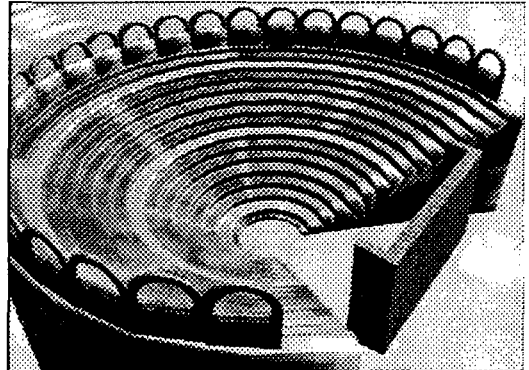
5



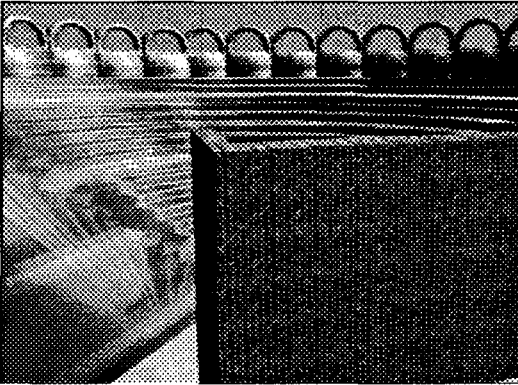
6



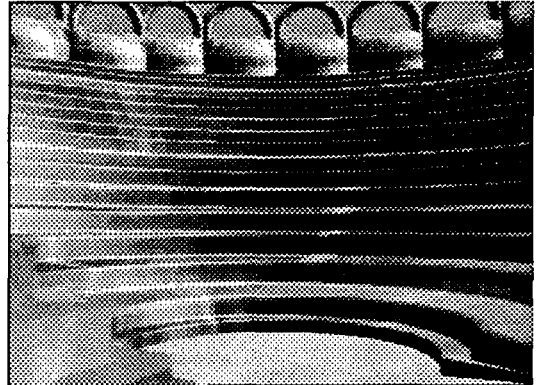
1



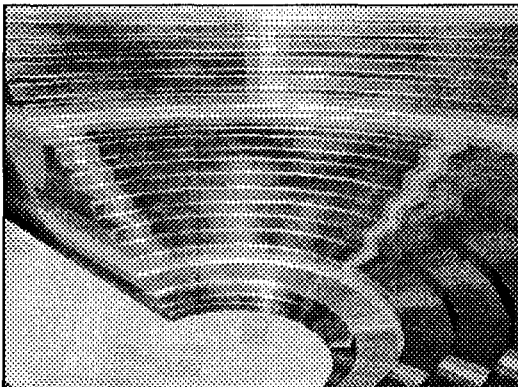
2



3



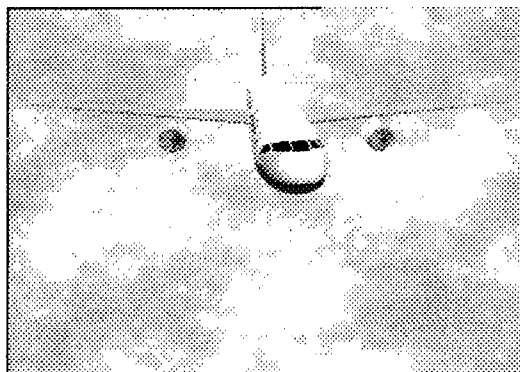
4



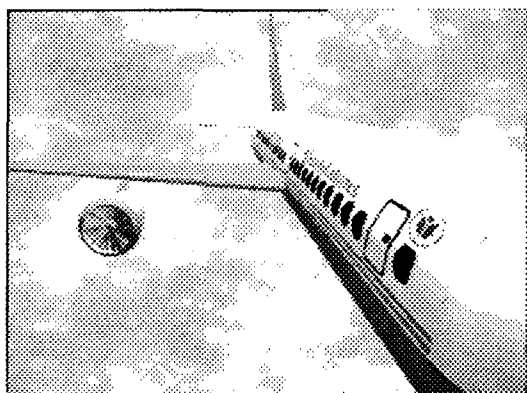
5



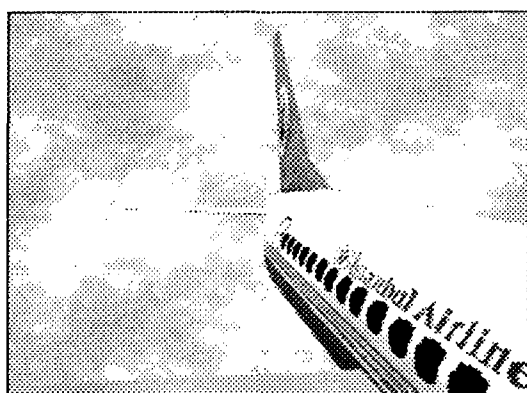
1



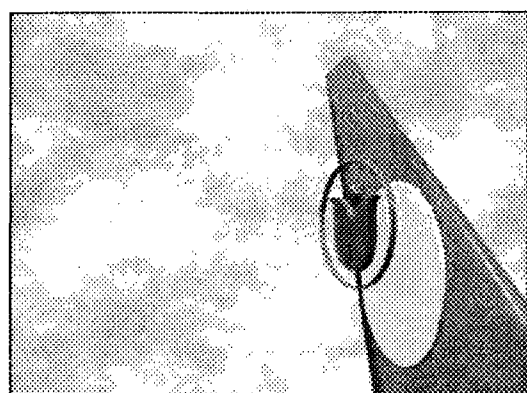
2



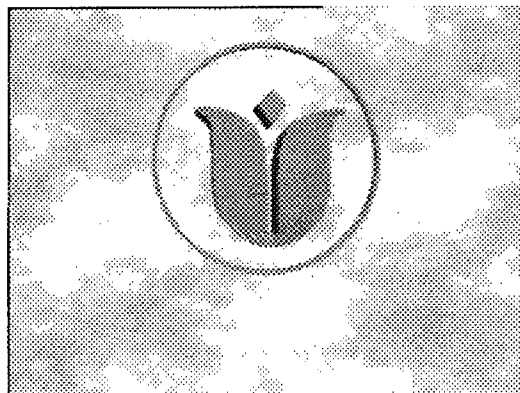
3



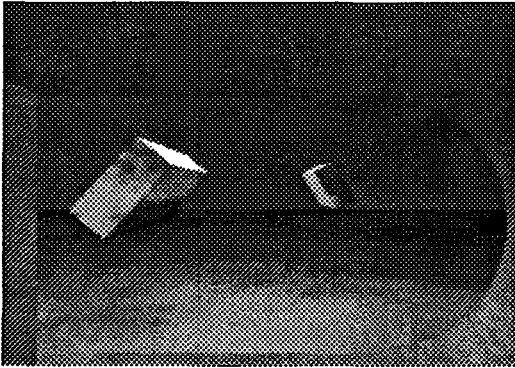
4



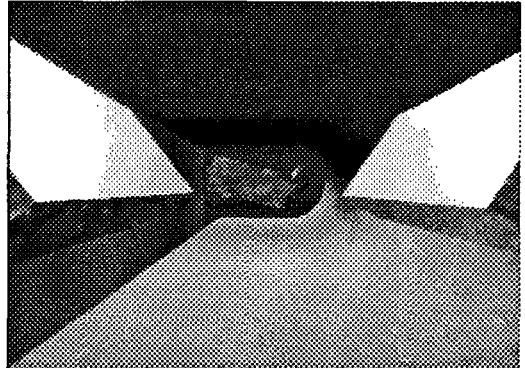
5



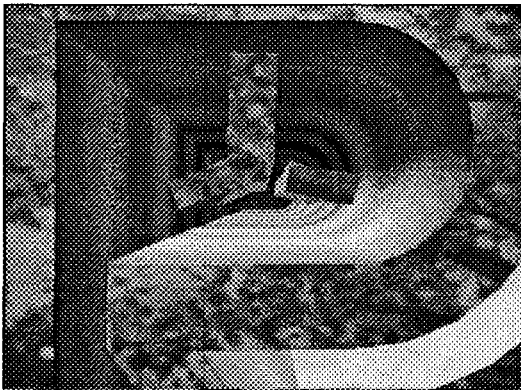
6



1



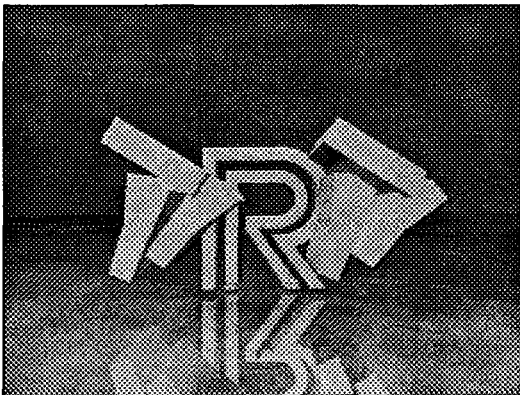
2



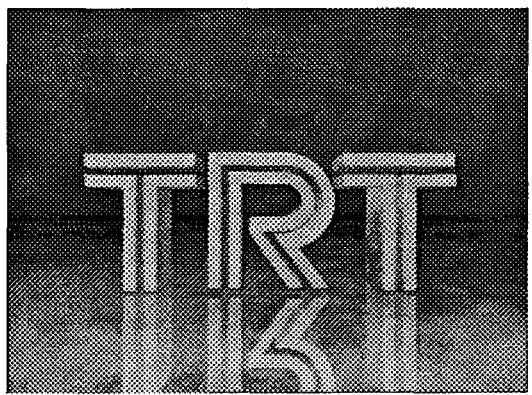
3



4



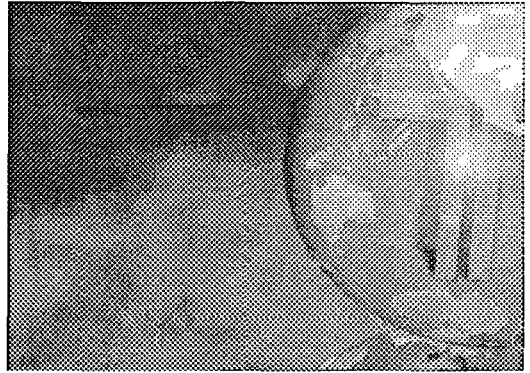
5



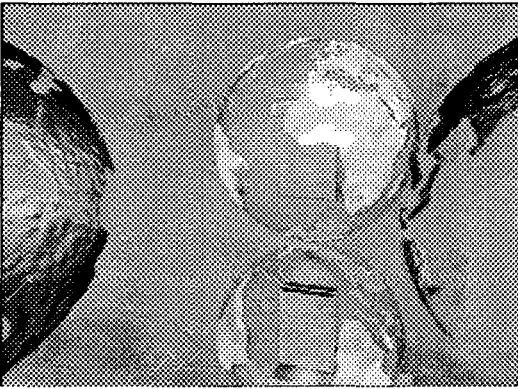
6



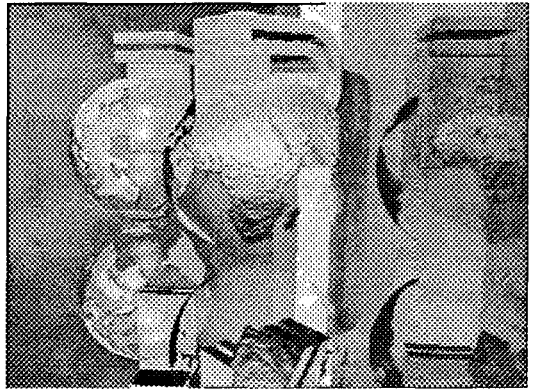
1



2



3



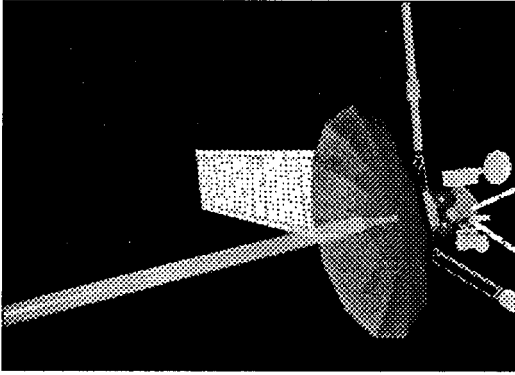
4



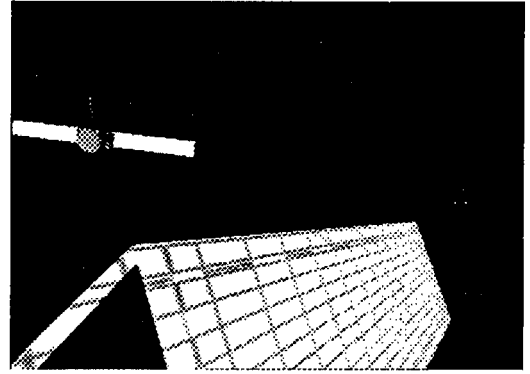
5



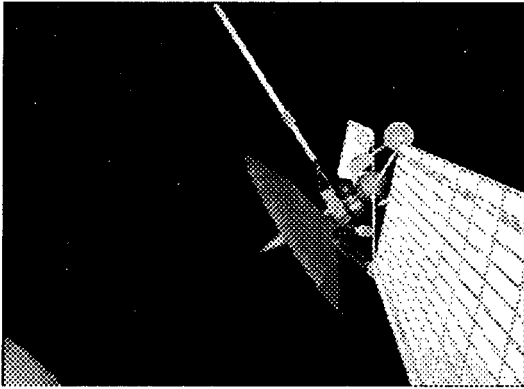
6



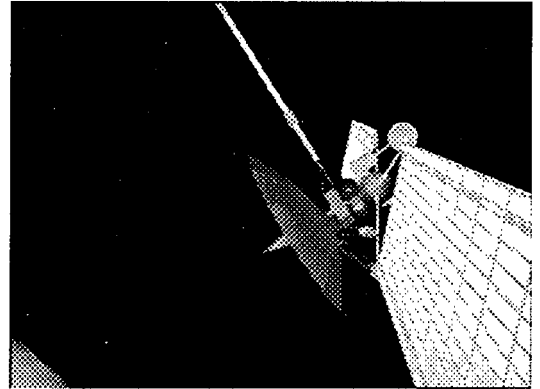
1



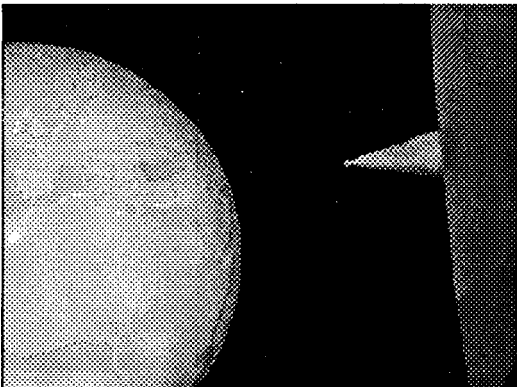
2



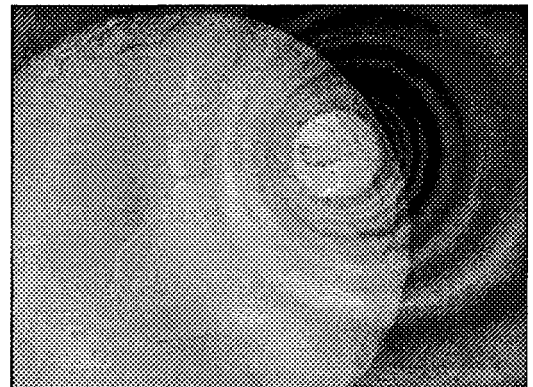
3



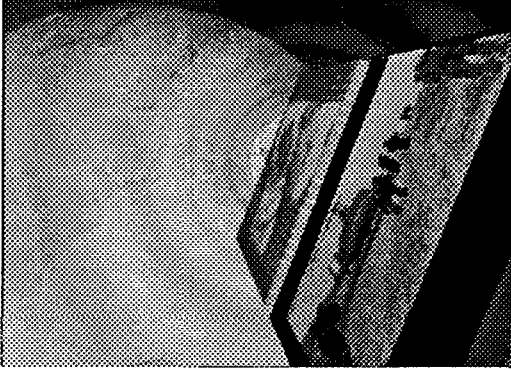
4



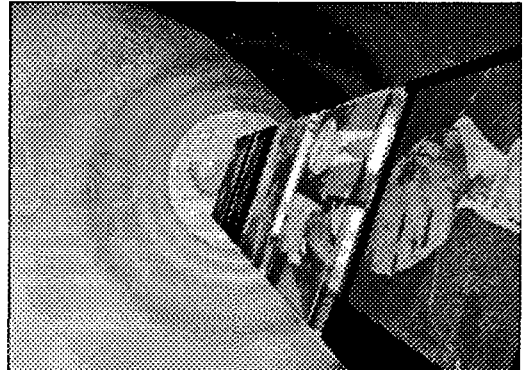
5



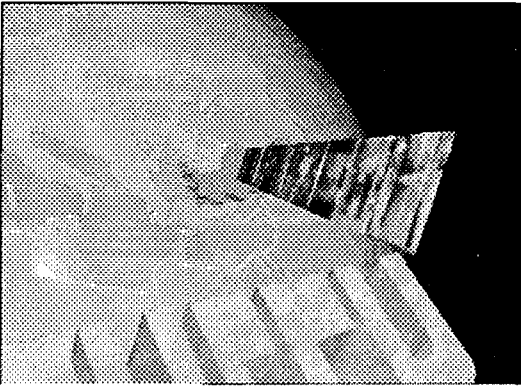
6



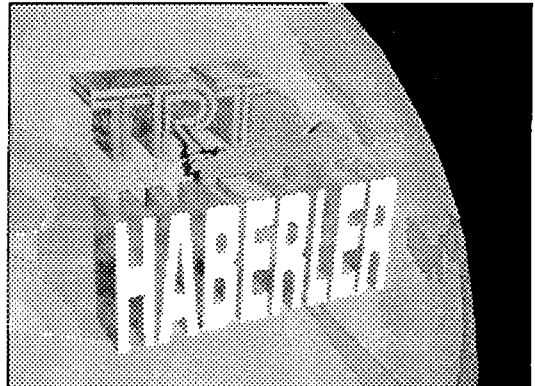
7



8



9



10

KAYNAKÇA

- ANA BRITANICA. "Hareket", **Ana Britannica/5**, İstanbul: Ana Yayıncılık A.Ş. ve Encyclopaedia Britannica, inc. 1986-1897
- AUTODESK. **3D Studio-Release 2 Referance Manual**, Autodesk, Inc. Publication, 1992.
- AVC "Visualization & Animation Software Motivate Whit Motion", **AVC Presentation**, July ,1992.
- BAYMUR, FERİHA. **Genel Psikoloji**, İstanbul: İnkilap ve Aka Yayınları, 1987
- BENTZ, CARL. "Inside Videographics Systems", **Broadcast Engineering**, September, 1992
- BERGER. JHON **Görme Biçimi**, (Çev. Yurdanur Salman), İstanbul: Metis Yayınları, 1990
- BERGSON, H **Yaratıcı Tekamül**, (Çev Şekip Tunç), İstanbul: M.E.B Yayınları, 1947
- BICKFORD, SUSAN "Presentation Graphics and Creative Images", **Computer Pictures**, May-June, 1987
- BİLGİN, HÜSEYİN "Grafik Sanatlarda Üretim Teknolojileri ve Çağdaş Sanat", **Çağdaş Teknoloji ve Sanat**, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları, 1988

- BİLGİSAYAR. "Bilgisayarla Animasyon: Gerçek İle Hayal İçiçe", **Bilgisayar**, Kasım, 1992
- "Tasarımda ve Üretimde Bilgisayar", **Bilgisayar**, Ocak, 1989
- BİLGİSAYAR MAGAZİN. "Bilgisayar ve Endüstri Otamosyonu:BDT/BDÜ/BDM", **Bilgisayar Magazin / 25**, Şubat 1993
- BÜKER, SEÇİL-ONARAN, OĞUZ. **Sinema Kuramları**, Ankara: Dost Kitabevi Yayınları, 1985.
- CHARENSON, GEORGES **Le Sinema**, Paris, 1960.
- CHARON, JEAN - MARIE **Medya Dünyası**, Çev: OYA TATLIPINAR, İstanbul:İletişim Yayınları, 1992.
- DOYLE, CLARIE. "Painting by Numbers", **Tv Broadcast**, October, 1987
- "Geting Started in Computer Graphics(Part 1)", **Government Military Video / 10**, September, 1991.
- "Geting Started in Computer Graphics(Part 2)", **Government Military Video / 11**, October, 1991
- GULBEK, FİGEN. "Reklamda Sınırsız Yaratımın Anahtarı: Bilgissayar", **Sistem**, Ağustos, 1990.
- GOODMAN, ERZA "Movement in Movies", **American Cinamatographer**, NewYork, 1945.

- GRANT, IAN. "Computer Animation", **Audiol Visual**, February, 1991
- HALAS, JHON. **Graphics in Motion**, München: Novum Press, 1981.
- HALAS, JHON-ROGER, MANVELL. **The Technique of Film Animation**, Seventh Impression London and New York: Focal Press, 1973
- HORRISON, LEE. "Komputerle Canlandırma Film", **Sanat Olayı/9**, Eylül 1981.
- IBM. "Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim", **IBM/3**, Temmuz-Eylül, 1988
- İPŞİROĞLU, NAZAR - İPŞİROĞLU, MAZHAR. **Sanatta Devrim**, İstanbul: Remzi Kitabevi, 1991
- İYİKAN, AYHAN. **Filim Yapım - Yönetimi - Tekniği**, Ankara, V Yayınları, 1973
- JACOBS, LEVIS. "The Movies as Medium", **Real and Cinematic**, New York Ortogon Book, 1973
- KERLOW, ISAAC VICTOR - ROSEBUSH, JUDSON. **Computer Graphics For Designers and Artists**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.
- KORAY, SELMİN **İllustratif Resimlemeyle Bilgisayar Animasyon ve Durğan Resimlerin Canlandırılması Teknikleri Üzerine Bir Deneme**, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstütüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 1989.

- KİBAROĞLU, MUSTAFA OKAN. "Macintosh Animasyona Yeni Boyutlar Kazandırıyor", **Fare Bilgisayar Dergisi**, Ağustos-Eylül, 1990.
- LEHTINEN, Rick. "An Overview of Computer Graphics Hardware", **Video Systems**, July, 1988
- "Doing Desktop Video", **Video Systems**, October, 1990.
- LOTMAN, M, YURIY **Sinemanın Estetiğinin Sorunları**, Çev: OĞUZ ÖZÜĞÜL, De Yayınları, 1986.
- MANVELL, ROGER "Canlandırma Sanatı", Çev: KAZIM SEZGİN, **Kurgu / 4**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi E.İ.T.İ. İletişim Bilimleri Fakültesi Yayınları, 1981.
- MACNICOL, GREGORY "Animation Motion", **Computer Graphics World**, September, 1988
- McKINLEY, MORGAN "Computer Graphics", **World Broadcast News**, October, 1990
- MEHNERT, HILMAR **Film Fotografie und Fernsehfilm Fotografie**, Leipzig, 1971.
- ONAR, MUSTAFA ÖZER "Gerçek Gibi", **Bilgisayar/ 137**, Eylül, 1992.
- ÖZGÜÇ, BÜLENT "Sanatta Bilgisayarlı Çizim ve Sayısal Görüntü İşlemi" **Çağdaş Teknoloji ve Sanat**, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları, 1988

- ÖZÖN, NİJAT. **Sinema: Uygulayımı, Sanatı, Tarihi**, İstanbul: Hil Yayınları, 1981.
- PC GÜNLÜĞÜ "Etkilenmek Sanattır", **Pc Günlüğü Dergisi**, Mayıs, 1993
- ROBERTSON, BARBARA. "Physical Graphics", **Computer Graphics World**, March, 1993.
- RATHBUN, BOB. "Considering a Graphics System", **Video Systems**, March, 1986
- SEZER, TANSUĞ **Herkes İçin Sanat**, İstanbul: Altın Kitaplar Yayın Evi, 1982
- SEZGİN, KAZIM. "Canlandırma", **Kurgu/ 7**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi A.Ö.F. Yayınları, 1990
- SORENSEN, PETER "Graphics in Film", **Computer Graphics**, November, 1988
- SPARKS, DEVID "Television Graphics", **Hardware**, May, 1989
- SWAIN, BOB. "Computer Animation", **Computer Images**, May, 1987
- "Computer Art", **Computer Images**, June, 1987
- TÜRÜN, CEMİL ŞİNASI "Aktor Pixeller", **Çözüm/1**, 1991.
- ULRICH, HARSCH. "Fraktale Grafik", **Novum /1**, Jan, 1990

YARES, EVAN

"Photo-Realism", **Byte**, May, 1992.

WERSHING, STEPEN - SINGER, PAUL **Computer Graphics and Anination For
Corparete Video**, Knowledge Industry Publications, Inc.
1989