



Kamera Stabilizasyon Sisteminin Çalışma Prensibi ve Alınan Görüntüye Etkisi

Kamil DELİKANLI^{a,*}, Yasin ÖZTÜRK^b

^a Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE

^b Radyo-Televizyon ve Sinema Bölümü, İletişim Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: kamildelikanli@sdu.edu.tr

ÖZET:

Sinema ve yayıncılık sektörünün gelişimi bazı ihtiyaçları beraberinde getirmektedir. Merdiven inen, koşan veya koridorlarda dolaşan insanların takip sahneleri gibi çekim şartlarının zorlu olduğu durumlarda, sarsıntısız ve kesintisiz bir şekilde hareketli çekim yapılabilmesi için, operatörün yürürken vücudunun oluşturduğu değişken kuvvetlerden kameranın etkilenmesinin önlenmesi gerekmektedir. Bu sorunların çözümü için Steadicam® geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Steadicam® gibi kamera stabilizasyon sistemleri ile kesintisiz ve sarsıntısız çekimin nasıl gerçekleştirildiği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamera stabilizasyonu, Titreşim önleme, Steadicam

Working Principle of Camera Stabilizing System and Effect to the Image

ABSTRACT:

Development of the cinema and broadcasting industry that brings with in some needs. To shoot smooth and uninterrupted camera movement in difficult shooting conditions, which scenes of people who descending stairs, running and wandering in the corridors, operator body's unwanted forces should be prevented effect to the camera. Steadicam® has been developed for the solution. At this study, we were examined that how they resolved this problem with camera stabilizing systems like Steadicam®.

Keywords: Camera Stabilizing, Vibration suppression, Steadicam

1. GİRİŞ

Sinema ve yayıncılık sektöründeki gelişim, kamera hareketlerini de geliştirmeye zorlamıştır. Bunun sonucunda farklı cihazlara ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Bu sistemlerin her biri farklı çekim koşullarına ve istenen sahneye göre değişiklik göstermektedir.

Hareketli çekimler, durağan çekimlere oranla izleyicinin ilgisini daha fazla yönlendirme ve bakışını yönetebilme olanağına sahiptir. Hareketli kamera, özellikle özne kamera olarak kullanıldığında etkisini daha da fazla artırmaktadır. Kesintisiz bir kaydırma, her zaman duyumsal olarak hareketleri üst üste bindirdiğinden, izleyicinin ilgisini çekimin son noktasına kadar taşımaktadır. Bu yöntemle çekimlerde hareketler birbirleriyle öylesine özenli bir biçimde kaynaştırılmıştır ki, bunlar bir bale düzenlemesini andırır[1]. Genellikle kesintisiz kaydırma için el çekimi tercih edilmektedir. El çekimindeki hareket ve hız sinematografyi canlı tutarak, bu hızlı tepkiler hikayeye uygun olan durumlarda aksiyon duygusunu hissettirmede etkili olmaktadır. Ayrıca, karakterin bakış açısını (POV) görsel olarak ifade etmek için bir yol olarak bu yöntem kullanılmaktadır.

Ancak, el çekimi ile elde edilen samimi duygular, istenmeyen ve gerçekçi olmayan kamera hareketleriyle etkisini kaybetmektedir. Yürüyen bir kişinin beyni, yol ne kadar bozuk olursa olsun, yumuşak ve devam eden bakış açısını koruduğu gibi, izleyici çekimlerinde görüntünün titrememesini, yalpalanmasını ve sallanmamasını istemektedir.

El çekimi kamera kullanımı iki çeşit istenmeyen harekete maruz kalır. Birincisi; kameramanın her adımında zıplaması gibi uzayda yaptığı istenmeyen hareketlerdir. Diğeri ise, kameranın istenmeyen pan, tilt veya dönme gibi açısız hareketleridir.

Çoğu kamera nispeten kompakt bir yapıya sahiptir ve bu nedenle bir operatör oldukça hızlı bir şekilde pan, tilt ve dönme hareketi yapabilir. Bazı durumlarda kameranın her ekseninde bowling topu gibi dönmesi (açısız hareket) kolaydır. Kamera üç ayak üstüdeyken her şey yolundadır fakat, biri kamerayı elinde tutmak istediğinde, ekranda bir sorun baş gösterir. Kameranın gövdesinin

dışından olan tüm dokunuşlar, kameranın ağırlık merkezinin dışında kalmaktadır.

Kameramanın kaldırmak ve yönlendirmek için uyguladığı güç, nadiren kameranın ağırlık merkezinden geçer. Bu yüzden kamera, hareket ettiği sürece döner ve sallanır. Operatör kamerayı sabit tutmaya çalıştığında, çekimi bozacak şekilde hem uzaysal hem de açısız titreşimlere sebep olmaktadır.

Diğ taraftan; kamera operatörü kontrollü bir açısız hareket yapmak (pan gibi) için çok küçük bir kuvvet uygulaması gerekirken, kamerayı düşey ekseninde sabit tutmak için çok büyük bir kuvvet uygulaması gerekecektir. Bu durumda, operatörün küçük pan hareketleri için sürekli mikro ayarlama yapması gerekecek ve ağırlığı kaldırırken kollarını, ellerini, bacaklarını ve omuzlarını da aynı şekilde kullanmak durumunda kalacaktır.

El çekimi iyi olan operatörlerin istenmeyen hareketleri yumuşatmak için birçok hilesi vardır. Fakat, kabul edilebilir olan düzgün hareket aralığı çok azdır. El çekimi sırasında, kamera istenmeyen bir şekilde sallanmaya, titremeye, dönmeye ve zıplamaya başlayabilir[2].

1970'li yıllarda görüntü yönetmeni Garrett Brown tarafından Steadicam® adı verilen bir sistem icat edilmiştir. Kameramanın vücudunun ortaya çıkardığı tüm sarsıntı ve titreşimin kameraya aktarılmasını engelleyen bu sistem sayesinde bir çok zorlu sahnenin kesintisiz ve yumuşak bir görüntüyle çekilmesi sağlanmıştır.

Diğ kamera sistemlerine göre farkını ortaya koyduğca, çekimlerde kullanım yeri de daha açık ortaya çıkan stabilizasyon sistemi için, aşağıda bir kısmı sıralanan durumların tercih edilmesi gereken durumlar olduğu söylenebilir:

- Merdivenler
- Dar alanlar
- Koridorlar
- Çok Engebeli Zemin
- Yüksek eğimli Alanlar
- Aynı çekim içerisinde birbirinden kopuk mekânların devamlılığı gerektiğinde

- Hareket halindeki araçlar içindeki hareketli çekimlerde[3].

Stabilizasyon sisteminin sarsıntı sorununu nasıl çözdüğünü anlamak, onu daha hızlı dengelemek ve kullanmak için bu durumlardaki çekimler bize yardımcı olacaktır.

2. KAMERA STABİLİZASYON SİSTEMİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

Kamera stabilizasyon sistemlerine ait bir örnek Şekil 1’de verilmiştir. Kamera stabilizasyon sisteminin çalışma prensibi temel fizik kurallarına dayanmaktadır. Bu kurallar çerçevesinde analizleri yapılacaktır.



Şekil 1. Örnek bir kamera stabilizasyon sistemi

A. AĞIRLIK MERKEZİ

Ağırlık merkezi bir objenin 3 ekseninde dengede olduğu noktadır. Eğer operatörün uyguladığı kuvvetler kameranın ağırlık merkezine etki ederse istenmeyen açısal hareketler kısıtlanmış olur[4]. Sıradan bir kamera kullanırken operatörün uyguladığı kuvvetler çoğu zaman kameranın ağırlık merkezinin dışında bir noktaya etki eder. Nadiren temas noktasının doğrultusu ağırlık merkezinden geçer. Yeni oluşturulan yapıda ise, operatör kameraya müdahalede bulunurken ağırlık merkezine dokunabilir. Bu sayede nesneyi ağırlık merkezinden tutmak en

az açısal değişime sebep olur veya başka bir deyişle görüntü üzerinde en küçük açısal etkiye (titremeye) sebep olur[5].

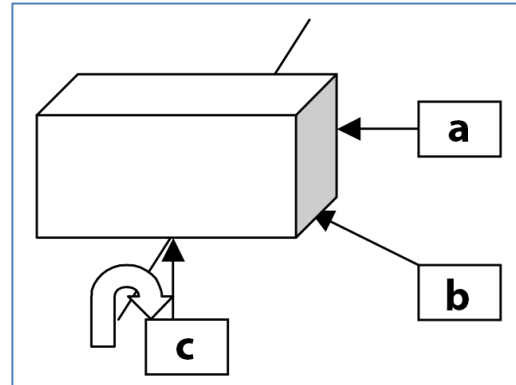
B. ATALET (EYLEMSİZLİK) MOMENTİ

Bir cismin bir eksen etrafındaki atalet momenti, cismin bu eksen etrafındaki açısal hız değişimine karşı koyma direncidir[6].

Ağırlık merkezi kendi içinde olan sıradan bir kamera omuzda kullanılırken, maksimum kararsız potansiyel enerjiye sahip olur. Bu yüzden kamera dengede iken düşme ve dönme eğilimindedir.

Stabilizasyon sistemiyle çekimi, elde çekim ile karşılaştıracak olursak;

Hesaplamalar yapılırken sıradan bir kamera dikdörtgenler prizması kutu şeklinde temsil edilsin, kütlesi de m ’ e eşit olsun.



Şekil 2. Temsili kamera[6]

Şekil 2’de kalın ok dönme eksenini göstermektedir.

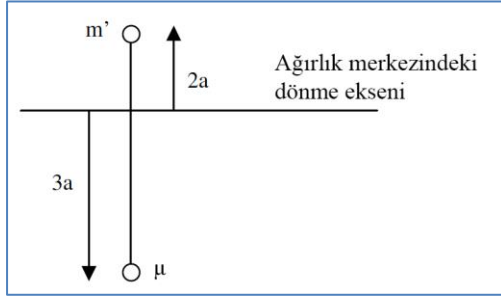
Bu durum için atalet momenti;

$$I_{kamera} = \frac{m}{12}(4a^2 + c^2),$$

c ise $3a$ ’ya eşittir.

$$I_{kamera} = \frac{13ma^2}{12} \approx ma^2 \text{ olur.}$$

Bu durumda, tipik bir kamera stabilizasyon sisteminin yalpa çemberi ve ana destek borusu arasındaki, bağlantı noktasındaki atalet momentini bazı uygun değerlerle bulalım.



Şekil 3. Stabilizer sistemi kütle yerleşimi[6]

Ölçüler, örnek bir stabilizasyon sistemi üzerinden alınarak, kamera ve batarya/monitör'ün kütleleri noktalarla temsil edilmiştir. Ayrıca stabilizasyon sistemi ile kameranın bağlanması sonucu oluşan yeni sistem, çok daha büyük kütlelere sahip olacaktır. Ancak, bu karşılaştırmada tüm sistemin toplam ağırlığı sıradan bir kameraya eşit olarak kabul edilerek hesaplama yapılacaktır. Bu durumda $m' = \frac{3}{5}m$ ve $\mu = \frac{2}{5}m$ olmaktadır.

Dönme eksenine göre atalet momenti aşağıdaki gibi yazılır;

$$\begin{aligned} I_{steadicam} &= \sum_i r_i^2 m_i \\ &= 4a^2 m \frac{3}{5} + 9a^2 m \frac{2}{5} \\ &= 6ma^2 \end{aligned}$$

Bu hesaplama şunu gösteriyor ki; stabilizerin atalet momenti sıradan bir kameraya göre 6 kat daha fazladır[6].

C. KOL

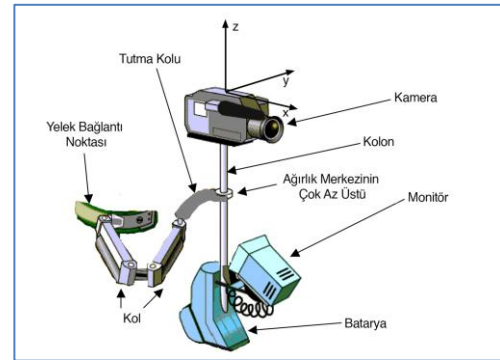
Kameranın düşey ve yatayda yapacağı sarsıntılar ise kol olarak adlandırılan, iki paralel çubuğun ortasında bulunan bir yaya sahip parça sayesinde emilir. Yaylar sayesinde oluşan sönümleme kuvveti (damping force) düşey sarsıntıları ortadan kaldırır.



Şekil 4. Kol[2].

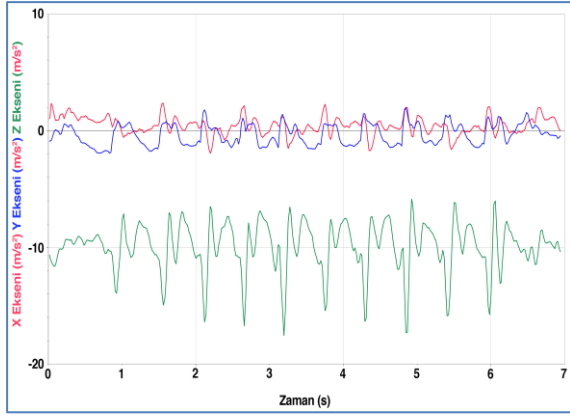
Kolun iki parçalı yapısında bulunan kaymalı yatak bağlantıları sayesinde yatay sarsıntılardan kamera etkilenmemektedir. Kol yine kaymalı bir yatak ile operatörün giydiği güçlü bir yelege bağlanmaktadır.

3. MATERYAL VE METOD



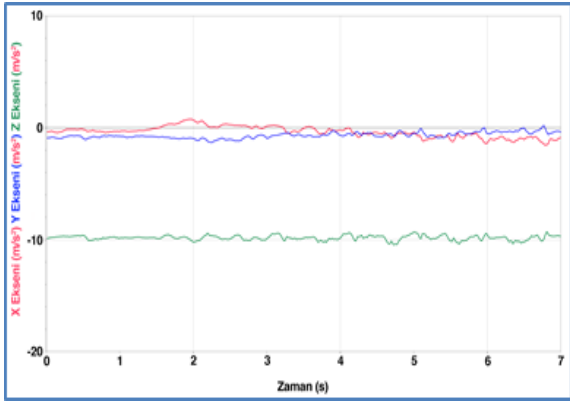
Şekil 5. Kamera Stabilizasyon Sistemi Bölümleri[6]

Stabilizer sisteminin görüntüye etkisini incelemek amacıyla, kameraya bir ivme ölçer bağlanarak kameranın ivmesi ölçülmüştür. Ölçümler iki durum için gerçekleştirilmiştir. Aynı parkurda ilk olarak kamerayı herhangi bir sisteme bağlamadan, elde çekim yaparak ölçümler alınmıştır.



Şekil 5. Elde çekimde, elde edilen ivme-zaman grafiği

İkinci ölçümümde ise, kamerayı bir stabilizere bağlayarak aynı koşullarda kameranın ivmesi ölçülmüştür.



Şekil 6. Stabilizörle çekimde elde edilen ivme-zaman grafiği

4. SONUÇ

Stabilizör sistemi, operatörün uyguladığı kuvvetlerin doğrultularının sistemin ağırlık merkezinden geçmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra daha fazla atalet momenti sağlayarak, istenmeyen hareketlerin oluşmasına sebep olan kuvvetlere karşı sistemin direncini arttırmaktadır.

Deneyler sonucunda stabilizör sistemi kullanarak yapılan çekimlerin, stabilizör sistemi olmadan yapılan çekimlerden çok daha az titreşimli olduğu gözlemlenmiştir. Stabilizör kullanılan durumda, titreşimin en çok yaşandığı Z eksenindeki anlık ivme değişim farkı en fazla $0,838 \text{ m/s}^2$ 'lik değerlere ulaşmıştır. Stabilizör kullanılmayan deneyde ise Z eksenindeki anlık ivme değişim farkı $11,051 \text{ m/s}^2$ 'lik değerlere kadar çıkmıştır. Düz bir zeminde yapılan testlerde

elde edilen bu farkların, daha zorlu koşullarda (merdivenlerde, bozuk zeminlerde, çok eğimli alanlarda, hareket halindeki araçlarda, vb...) çok daha artacağı tahmin edilmektedir.

Titreşimin azalması görüntüde daha az hareket bulanıklığı (motion blur) olmasını sağlayacaktır. Hareket bulanıklığı izleyicinin algısının bozulmasına ve görüntüdeki objeleri ayırt etmede zorlanmasına sebep olacaktır. Zorlu koşullarda kamera operatörünün kendi güvenliği için zemin ile sıkça göz teması kurması gerekeceğinden, kameranın kadrajını sabit tutmakta da zorlanacağı açıktır. Stabilizör sistemi sayesinde atalet momentindeki büyüme kameranın kadrajındaki değişimleri de minimuma indirecektir. Aynı zamanda artan atalet momenti kamera operatörünün bilinçli olarak kadrajda yapmak isteyeceği yönlendirme hareketlerinin de daha stabil ve düzgün olmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Kafalı, N., 1993. TV Yapımlarında Teknik ve Kuramsal Temeller. Ümit Yayıncılık, 231s, Ankara.
- [2] Holway, J., Hayball, L., 2012. The Steadicam® Operator's Handbook, Focal Press, 472s, Waltham.
- [3] Çölaşan, H., 2003. Steadicam'in kullanım yerleri ve diğer düzenekler ile karşılaştırılması. <http://kameraarkasi.org/kamera/hareket/araclar/steadicam/kullanimyerleri.html> (Erişim Tarihi: 18.06.2014).
- [4] Ferrara, S., 2001. Steadicam: Techniques and Aesthetics, Focal Press, 199s,
- [5] Keller, F.J., Gettys, W.E., Skove, W.J., 2002. Fizik. Çev. Akyüz, R.Ö., Gülmez, E., Karaoğlu, B., Nergiz, S., Tepehan, G., Literatür Yayıncılık, 560s, İstanbul.
- [6] OxfordHögblad, J., 2006. Why the Steadicam® is so stable. <http://www.ingvet.kau.se/juerfuch/kurs>

/amek/prst/05_scam.pdf (Erişim
Tarihi: 20.05.2014).