

HARRY POTTER'IN GÖRÜNMEZLİK PELERİNİNİ YAPIYORUZ!

GÖRÜNMEZLİK DÜŞ DEĞİL

Görünmezlik, dilediği zaman yok olup dilediği zaman yeniden ortaya çıkan Mısır tanrısı Amon-Ra'dan, yani MÖ 2000'li yıllardan bu yana insanların düşlerini süslüyor. Bugünse, optik ve bilgisayar alanlarındaki yeni gelişmeler sayesinde yalnızca bir düş olmaktan çıkıyor gibi. Geçtiğimiz ilkbaharda, Tokyo Üniversitesi'nden Susumu Tachi adlı bir mühendis, giyeni görünmez kılacak bir pelerinin ilk modelini tanıttı. Sıradan teknoloji ürünlerini akıllıca kullanan Japon buluşçu, görünmezliği gerçeğe bir adım daha yaklaştırmış oldu.

Tachi'nin pelerini (kullanıcının arkasına yerleştirilmiş bir kamerayla çekilen görüntülerin yansıtıldığı, parlak kumaştan bir yağmurluk), Harry Potter'ın, giyenleri görünmez kılan "görünmezlik pelerini" kadar başarılı değil. Yine de, doğru açıdan bakıldığında ve kontrollü koşullar altında, kullanıcının bir tür hayalet gibi görünmesini sağlıyor. Alışılmış kamuflaj yöntemlerindeki aksine, yağmurluğu giyen kişi ya da arkaplandaki nesnelere hareket halindeyse (her ikisinin birden hareketli olmaması koşuluyla) sonuç daha iyi oluyor. Tachi'nin sistemini denemek için, üniversite laboratuvarına da gerek yok!

Sırtınıza bir web kamerası bağlayın, bir dizüstü bilgisayar, ekranı dışarı dönük olacak biçimde kucağınıza alın: çevrenizdekiler size baktığında, arkaplandaki nesnelere içinizden görecekler.



Elbette ki, bu gösteri izleyicileri ancak bir saniyeden kısa bir süre için aldatabilir. Genç büyücü adayı Harry Potter'ın Hogwarts koridorlarında görünmeden dolaşmasını sağlayan pelerini ya da 1987 yılında çekilen "Predator" filmindeki uzaylının kullandığı kamuflaj giysisi düşünüldüğünde, Tachi'nin sistemi, filmlerde görmeye alışık olduğumuz görünmezlik giysilerinin kusursuzluğundan hayli uzak. Öte yandan, Japon buluşçununkinden çok daha iyi, herhangi bir büyücü (bir casusu, hırsız ya da askeri de) tatmin edecek bir görünmezlik pelerini tasarlamak da sanıldığı kadar güç değil.

Başta ABD Savunma Bakanlığı olmak üzere, görünmezlik teknolojisi

ya da daha doğru söyleyişle "optik kamuflaj" üzerinde çalışan çeşitli kuruluşlar ve çok sayıda meraklı var. Ancak, bu çalışmaların birçoğunda, sorunun karmaşık yönleri gözden kaçırılıyor. Çünkü, görünmezlik, bir nesnenin bir yüzündeki ışığı okuyan ve nesnenin öteki yüzünde bu ışınların kopyasını oluşturan alıcılar ve LED'ler ya da LCD'lerle çözülecek kadar basit bir sorun değil. Böyle bir sistem, bir dizüstü bilgisayar ve merceği çıkarılmış bir web kamerasının birleşimi kadar iyi çalışır: ekranda, alıcının tam önündeki nesnelere bulanık görüntüler olarak, birkaç santimetre geridekilerse gri bir sis tabakası gibi görünür.

İzleyenleri gerçekten aldatması isteniyorsa, gerçek bir görünmezlik pelerininin, pelerini giyen kişinin arkasındaki sahneyi, her açıdan tam olarak göstermesi gerekir. Çevrede, herhangi bir zamanda, herhangi bir açıdan pelerine bakacak insanlar olabileceğinden, arkaplanı aynı anda her açıdan göstermesi gerekir. Yani, pelerinin üzerinde, olabilecek her bakış açısına göre çevredekilerin ayrı bir görüntüsü olmalı.

Bunu gerçekleştirmek olanaksız değil; yalnızca güç. Bunun için, tek bir kameradan çok, çevredekileri olabilecek tüm bakış açılarına göre çekecek (öne, arkaya, sağa, sola, yukarı ve aşağı bakan) en az altı stereoskopik kameraya gereksinim duyulacak. Ka-

meralar, görüntüleri sık yerleştirilmiş ve her biri binlerce ışık demetini işleyebilen görüntüleme elemanlarına iletilecek. Peki, pelerinin üzerindeki görüntüleyici hangi görüntüleri yansıtacak? Çeşitli bakış açılarını birleştirmeyi olası kılacak, kameraların bakış açılarından elde edilmiş sanal bir görüntüyü. Bu görüntüyü güncellemek ve pelerinin görüntüleyici kumaşına gerçekçi bir biçimde yansıtmak için, özel yazılımlara ve gelişmiş bir giyilebilir bilgisayara gereksinim duyulacak elbette.

Bu sistemi gerçekleştirmenin önündeki teknolojik engellerin birçoğu, çoktan aşılmış durumda. Minyatür renkli kameralar, ışık alıcıları olarak kullanılabilir. Görüntüleme (ekran) için de, sözgelimi, 2 metrelik bir uzaklıktan Harry Potter gibi görünmez olabilmek için, çözünürlüğün, insan görüşünün o uzaklıktaki çözünürlüğünden daha iyi olması gerekmiyor (santimetrekare başına 289 piksel). (Piksel: bir grafik nesnesini oluşturan noktaların her biri). Bu boyda LED'ler zaten piyasada bulunabiliyor. Renk de sorun değil; 16 bit'lik görüntüleme bu iş için yeterli olacaktır.

Ancak, pelerindeki görüntülerin gündüz gökyüzüyle uyumlu olacak kadar parlak olmasını sağlamak için bundan fazlası gerekiyor. Pelerinle yaratılan etkinin bütün ışıklandırma koşullarında işe yaramasını istiyorsak, görüntüleme, açık havanın parlaklığından (metrekare başına 150 watt), insan gözünün algılayabildiği en zayıf renk titreşimine kadar (metrekare başına 1 milliwatt), algılanabilen tüm renkleri üretebilmeli. Aslında sorunumuz bundan da büyük: Güneş, gökyüzünün kendi çevresindeki bölümden 230.000 kat daha parlaktır. Pelerinin, gölge yapmadan ya da görüntülerde bulanıklık olmadan güneşin önünden geçebilmesi için, en az güneş ışığı kadar parlak olması gerekiyor. Bu durum, görüntüleme teknolojilerimizden beklentilerimizi artırıyor: Bu iş için LED'leri kullanamayız, çünkü LED'ler zaten o kadar parlak olamaz; öte yandan, görüntülemenin bu denli iyileştirilmesi, pillerin büyümesine ya da ömrünün kısalmasına da neden olacak. O zaman şimdi güneş ışığını bırakıp biraz riske girelim. Ortalama bir televizyon ekranı, günışığında



Günümüzde Görünmezlik: Susumi Tachi'nin pelerinde, yağmurluğu giyen kişinin sırtındaki bir kamera, kullanıcının arkasındaki görüntüleri bilgisayar yardımıyla bir projektöre aktarıyor. Projektör, bu görüntüleri tıpkı sinema perdesine yansıtır gibi yağmurluğa yansıtıyor. Yağmurluğu giyen kişi, tuhaf bir biçimde saydam oluyor: elbette, izleyiciler projektörün hizasındaysa ve arkaplan çok parlak değilse.

bembeyaz görüneceğine göre, trafik ışıklarına benzer, daha parlak bir şeye gereksinim duyacağız.

Görüntülerin tazelenmesi de ustalık istiyor. Pelerindeki görüntü, tıpkı televizyon ekranlarında olduğu gibi, gözün algılayabileceği kırpışma aralığından daha hızlı bir şekilde yenilenmeli. Hareketi, günümüzün düşük fiyatlı monitörlerini aşan bir biçimde, gerçek zamanlı olarak ve bulanıklaştırmadan, lekelemeden ve hayaletleştirmeden uygun titreşimle göstermeli. Bu, bir dizüstü bilgisayarın LCD ekranının yapabileceği iş de değil. Süper parlak LED dizilerinden oluşan bir ağsa, işe yarayabilir.

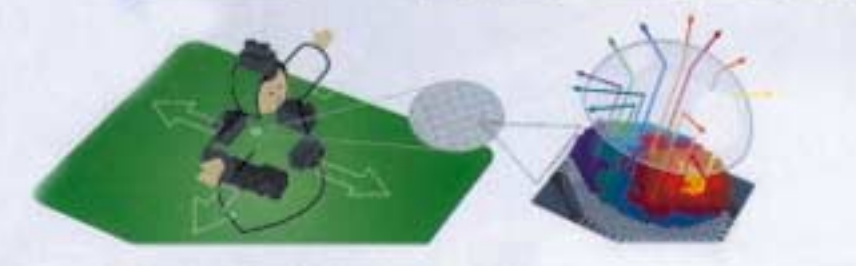
Ancak, aşılması asıl güç olan engel, video görüntülerinin gerçekçi bir resme dönüştürülmesi. Bedeninize bağlanmış bir çift kameranın bakış açısı, çok yakınınızda duran birinin bakış açısından bile farklıdır. Bakan kişi, paralaksa (açıların uzaklığa bağlı olarak değişmesi) bağlı olarak kameranın göremediklerini de görebilir. Bir arabanın, 6 metre uzaklıktan çekilmiş ve gerçek büyüklüğünde basılmış bir fotoğrafını düşünün. Bu fotoğrafın 6 metre uzaklıktan görünümü, arabanın gerçeğinin 12 metre uzaklıktan görünümüne çok benzer; derinlik algısını tam olarak tatmin etmez, ancak ilk bakışta izleyiciyi yanıltabilir. Ancak, birkaç metre daha geriye gidilecek olursa, perspektif bozulur, bir fotoğrafla karşı karşıya olduğunuzu hemen anlarsınız.

Çözüm? Çevredekilerin üçboyutlu modeline dayanan yapay görüntüler yaratmak. Çevrenin önceden haritalanması pratik olmayacağından, bu sanal görüntülerin, kameralardan gelen verilere dayanılarak akış sırasında oluşturulması gerekecek. Stereoskopik kameralar, sistemin, görüş alanı

na giren her pikseli haritada yerine oturtmasını sağlar. Kameraların görüşünün dışında kalan her şey, boş bir alan olarak görünecek; ama kameralar hareket ettikçe, eninde sonunda çevredeki her şeyin, tüm ortamın bir modelini yapmaya yetecek kadar görüntü toplanacak. Sistemin, bu modeli resme dönüştürmek için, ortamdaki bir ışık demetinin, izleyicinin gözüne gelene kadar kat edebileceği yolları hesaplamaya gereksinimi olacak. "Işın kopyalama" olarak adlandırılan bu işlem de işin önemli yönlerinden biri.

Pelerinin, hangi açıdan bakacak olurlarsa olsunlar izleyicilerin aldıklarını sağlayacak biçimde yapay görüntüyle kaplanması da işin en zor yönlerinden biri. Standart esnek görüntüleyiciler, yalnızca karşıdan bakılmak üzere tasarlanıyor. Oysa, görüntünün kenarlardaki bölümlerinin de ortalar kadar iyi görünebilmesi için, görünmezlik pelerininin piksellerinin ışığı her yöne yayması gerekiyor. Bu durumda bile, her şeyin arkaplanla aynı hizada olduğu bir açıdan oldukça iyi, ama başka herhangi bir yerden kötü ve tuhaf olduğu bir görüntünüz olacak. Örneğin, Predator filmindeki pelerinli uzaylı, karanlık bir ormanda hareketsiz durduğunda tam görünmez oluyordu. Ama, iyi aydınlatılmış bir alanda koşarken, hem paralaks hatası, hem de giysinin kenarlarında renk hatası ortaya çıkıyordu. Harry Potter'sa çok sesli soluk alıp vermezse arkadaşlarının ve öğretmenlerinin arasından fark edilmeden geçip gidiyordu.

Harry Potter'ın görünmezlik pelerindeki gibi kusursuzluk peşindeyse, görüntüleyicimizin, herbirinin arkasında 180x180 piksellik minik bir videoekranı bulunan, yarıküre biçimli



Gelecekte Görünmezlik: Tam görünmezliği başarabilmek için, optik kamufyajın, arkaplandakileri her açıdan görüntülemesi ve bütün bakış açılarına göre aynı anda göstermesi gerekiyor. Bunun için, bilgisayarın çevredeki modellemesine ve sahneyi her bir bakış açısına göre sentezlemesine olanak sağlayacak en az altı stereoskopik kamera gerekiyor. Oluşturulan görüntüyü gösterebilmek için, pelerinin kumaşı, herbirinin arkasında 180 x 180'lik bir LED dizisi bulunan yarıküre biçimli merceklerle kaplanıyor.

merceklerden oluşması gerekiyor. Bu balıkgözü mercekler, o yay üzerindeki her açıya renkli ışık demetleri gönderecek ve 32.400 kadar farklı bakış açısına olanak tanıyacak. Böyle bir görüntüleyici, farklı bakış açılarının tümünü birbirine göre ayarlayan ve dağıtan özel bir görüntü yazılımıyla birlikte, birçok durumda göz yanıltmak için yeterli olabilir.

Şimdi, yalnızca, her birinin konumunu ve yönünü izleyen alıcılarla birlikte, 289 balıkgözünü bir santimetrekareye yerleştirmemiz gerekiyor. Bunu dört metrekaire kumaşla çarpın ve bu işte kullanılacak bilgisayarın işlem hızını düşünün. İşlem hızı ne kadar? Görüntüleyicimiz, toplamda 375 milyar piksele sahip (her balıkgözü için 32.400 x 11,6 milyon balıkgözü); bu da 286.000 SVGA-monitöre eşdeğer (SVGA: kişisel bilgisayarlarda yüksek çözünürlüklü görüntü elde etmek için kullanılan bir video standardı). Gerçeğe yakın üç boyutlu görüntülerin oluşturulması, genellikle, her piksel için en az 17 ışın kopyalama (bilgisayarda oluşturulacak görüntülerin gerçeğine en yakın görünümünü sağlamak için, değişik malzemelerden ışığın yansıtılması ya da değişik malzemelerin ışığın üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve hesaplanması) gerektirir. Ancak, her pikselde yalnızca bir ışın kopyalamayla bile, görüntünün saniyede 60 kez tazelendiği de düşünüldüğünde, pelerinin 10 milyar GHz'lik bir işlemciye gereksinimi olacak. Görüntü yakalama, stereo görüş, üçboyutlu görüntü manipülasyonu, görüntü çözgüsü ve pelerinin üzerindeki deformasyonların düzeltilmesi de eklenince, bu yük iki katına çıkar. Akıllıca tasarlanmış yazılım

hileleri bilgisayarın yükünü 100 milyon kat azaltabilirse de, yine de 100 tane 2-GHz'lik Pentium bilgisayara gereksinimimiz olacak.

Bu bilgisayarların elektrik gücü gereksinimini de unutmamak gerekiyor: toplamda 8-10 kilowatt, yani altı saç kurutma makinesini çalıştırmaya yetecek kadar. (Bunun yerine süper güçlü, hiper verimli bir sistem elbette ki çok daha iyi olurdu!) Varsayalım, önümüzdeki 20-30 yıl içinde, bu işi yapabilecek ve bugünkü gelişmiş dizüstü bilgisayarlar gibi 100 watt güç harcayan bir bilgisayara sahip olabileceğiz. (Predator filmindekine benzer bir görünmezlik teknolojisiyle yetinirsek, Moore Yasası ve grafik işleme alanındaki gelişmeler bunu önümüzdeki 10 yıl içinde olası kılabilir!) Görüntüleyicinin elektrik gücü gereksinimini de unutmayalım: hiç ısı israfı olmadan % 100 verimle çalışsa bile, günışığında en azından 600 watt (gökyüzünün parlaklığına erişmek için, balıkgözleriyle kaplı pelerin kumaşının her metrekaresi için 150 watt). Bu düzeyde güç tüketimiyle sistem, sayısal video sistemlerinde standart olan 12 volt'luk doğru akımda, 2,5 kilogramlık, 20 amp-saat'lik lityum-iyonlu bir pili yalnızca 24 dakikada tüketir. Gün ışığında, düşman bölgesinde uzun süre görünmeden dolaşabilmek için, daha hafif ve daha güçlü bir pile gereksinimimiz var.

Bütün bunlar sağlansa bile, boş noktalardan ve yanlış yerleştirilmiş piksellerden tümüyle kurtulmamız olanaksız olacak. Uzaktaki bir izleyici, pelerindeki kameraların hiçbirinin doğrudan görüş alanında olmayan bir nesneyi pelerinden gördüğünde, görsel anomaliler ve yapaylıklar ortaya çıkacaktır (Bir nesnenin, kameraların

hiçbirinin onu tam olarak işleme şansı olmadan sahneye girip çıkabildiği, savaş alanı gibi çok hareketli bir ortam düşünün). Bunun yanı sıra, kameralardan biri, ötekilerin göremediği bir pikseli görebilir; bu da, rengi bilinen, ama uzaklığı bilinmeyen noktaların oluşmasına neden olur. Ağaçlar gibi çok fraktalli nesnelerin herhangi bir yöntemle oluşturulması güç olabilir; içmekanlar ve kent ortamlarına görece hatasız olacaktır.

Şimdiye kadar ele aldıklarımızın hiçbirinin, pelerini giyen kişinin sıcaklığını maskeleyemeyeceğini belirtmekte de yarar var; aslında, pelerin de büyük miktarda ısı çıkaracaktır. Basit bir termal görüntüleme sistemiyle bakıldığında bile Harry Potter şenlik ateşi gibi göze çarpacaktır! Sıcaklık pompaları ve termoelektrik malzemeler kullanmaksa, yalnızca sorunu daha da büyötmeye yarar. Harry ağırlık taşımayı göze alabilirse, içinde sıkıştırılmış ya da sıvılaştırılmış hava bulunan ve yavaş yavaş hava çıkaran bir silindir, tıpkı bir sprey tenekesinin elimizi soğütması gibi, giysiyi ve onu serinletebilir.

Bütün bunların ötesinde söylenecek tek şey, holografik görüntülemenin, bilgisayarın yükünü önemli ölçüde azaltabileceği ve balıkgözü optik malzemelere olan gereksinimi ortadan kaldıracığı. Görüntülemeniz doğal olanı gösterebiliyorsa, üçboyutlu görüntü oluşturmaya gerek kalmaz. Bugünkü video ekranlarının çözünürlüğü, hologramları gösterecek çözünürlükte değil. Ancak, (holografik görüntüleri yakalamada kullanılan filmin zerrelere kadar daha küçük olan) kuantum noktaları dizileri, günün birinde çok parlak, renkli ve hareketli hologramları, esnek yüzeylerde göstermede kullanılmaya başlanabilir.

Mühendisler bütün bu engelleri aşıp bir yol bulana kadar, Harry Potter'ın görünmezlik pelerinde olduğu gibi gerçek görünmezlik, erişilmez kalacak. Ancak bunun için gereken teknolojilerin fiziksel açıdan olası ve bazılarının da yolda olduğunu unutmamak gerekiyor.

McCarthy, W. "Being invisible". Wired, Ağustos 2003

Çeviri: Aslı Zülâl