

TELEOPERATÖRLER

Tamamen bağımsız robotlara kavuşuncaya kadar, uzaktan insanlar tarafından yönetilen makineler, tehlikeli alanlarda ve erişilmez mesafelerde kullanılacak en güvenilir araçlardır.

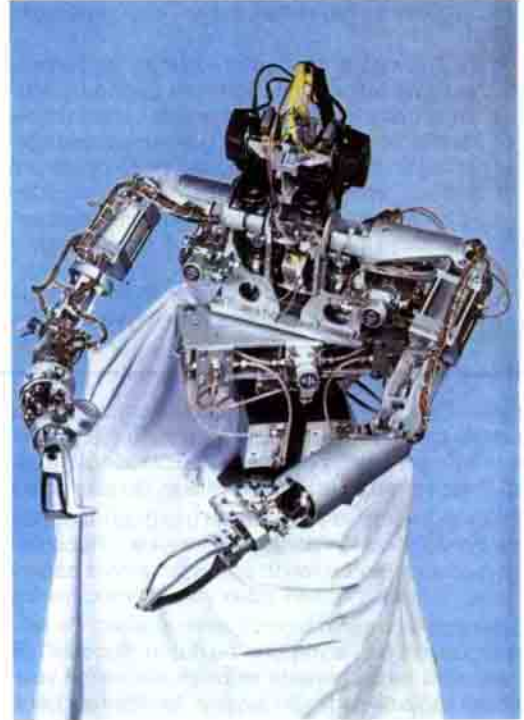
Bir savaş alanında, okyanusların derinliklerinde ya da bir radyasyon sahasında, insanlar nasıl güvenle hareket edip, yapılması gereken görevleri yerine getirebilirler? Bu sorunun bir çözümü, kendi başına karar verip hareket edebilen robotlar kullanmak olabilir. Fakat bu, günümüz teknolojisi için oldukça zor bir projedir. Başka bir alternatif ise teleoperatörler, yani çoktan beridir sahip olduğumuz, bir kişi tarafından uzaktan kumanda edilebilen aygıtlardır. Bu tür araçlar, uzakta emin bir yerde bulunan bir operatörün algı ve kararlarına uygun olarak işlev görürler.

Çalışma sahası, ister yandaki bir odada, isterse başka bir gezegende olsun, bir teleoperatörün en büyük yararı, kullanıcıya başka herhangi bir araçla erişemeyeceği yerlerde çalışma imkânı sağlamasıdır. Robotlardan farklı olan yanları, bu araçların, bir bilgisayardan çok, bir insanın zekâ, algı ve motor kabili-

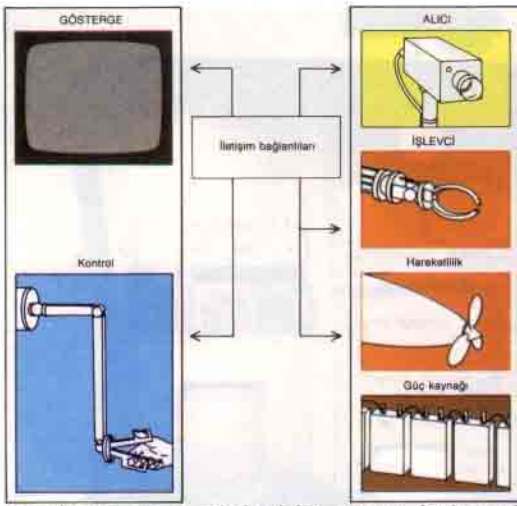
yetleriyle kontrol ediliyor olmasıdır. Bu noktada teleoperasyon, yapılacak işle ilgili bilgilerin iki taraflı aktarımlardan ibarettir. Böyle bir makineyi kullanan bir operatör, devamlı olarak teleoperatörü çalışma sahasını gözlerken, makineye, yapacağı işlere dair gerekli komutları da gönderir.

Teleoperatörlerin insanlar tarafından kontrol edilmesi, gerçekten bir avantajdır. Bundan önceki otuz yılda, herkes, insanlar için tehlikeli ve erişilmesi zor olan yerlerde bağımsız robotlar kullanmayı planlıyordu. Zaman geçtikte, bu işler için gerekli olan yapay zekânın ve diğer teknolojilerin, hiç de kolayca geliştirilebilecek şeyler olmadığı anlaşıldı.

Zaten çoğu zaman bu tür işler için, mutlaka bağımsız robotlar gerekmemektedir. Teleoperatörler, şimdiye kadar pek çok görevde yeterliliklerini ispatlamış-



“Yeşil Adam” adı verilen teleoperatör, insan hareketlerini taklit için yapıldı. Makineye kumanda eden operatör, bu iş için garip, karmaşık bir kontrol cihazı kullanıyor. Hemen önündeki iki televizyon ekranında robotun gözlemlerinden etrafı seyredebiliyor; başlığa yerleştirilen kulaklıklardan ise robottan gönderilen sesleri duyabiliyor.



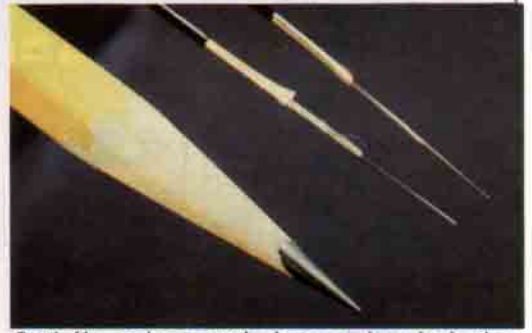
Bir teleoperatör, temel olarak bir gösterge, bir kontrol cihazı, bir alıcı, bir işlevci ünite ve aralarındaki bağlantı birimlerinden oluşur. Ayrıca hareketlilik ve güç kaynağı, bu sistemlerin fonksiyonu için gerekli olan diğer unsurlardır.

İşlevci, örneğin, batık Titanik'in bulunması böyle bir operasyonla olmuştur. Günümüzde, teleoperatörlerin geliştirilmesi için pek çok merkezde yoğun ve gayretli bir çalışma vardır. Çalışmaların ortak hedefi ise, teleoperatörle kullanıcı arasındaki bağlantıyı mümkün olduğu kadar güçlü ve esnek olarak kurabilmektir.

Bütün teleoperatör sistemlerinin sahip olduğu bazı ortak özellikler vardır: Çalışma sahası ile ilgili bilgi toplayan bir alıcı; alıcıdan gelen verileri operatöre sunan bir gösterge; kullanıcının komutlarını aktardığı kontrolcü; bir uzak işlevci ya da araç ve belki de en önemlisi alıcıdan göstergeye, kontrolden işlevciye sinyalleri aktaran bir iletişim sistemi. Bunlardan ayrı olarak teleoperatörün ihtiyaç duyduğu daha başka özellikler de vardır. Bunlar, teleoperatörün çalışma sahası içerisinde hareket edebilmesi, enerji gereksiminin karşılanması gibi faktörlerdir.

Kayda değer ilk teleoperatörler, 1940'larda radyoaktif maddelerle çalışabilmek için geliştirildi. Bu cihazda, gösterge, operatörün işlemleri izlediği basit bir pencereydi. Kontroller, işlevcilere doğrudan sert çubuklar, teller ya da kablolarla bağlanmıştı. Modern araçların çoğunda ise, bu bağlantılar doğrudan olmayıp, çoğunlukla elektrik kabloları, optik fiberler veya radyo ve televizyon dalgalarıyla aktarılan sinyaller vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Öte yandan, hidrolik sistemler de kısa mesafeli bağlantılarda oldukça kullanışlı olduklarını ispatlamışlardır.

Teleoperatörlerin en büyük özelliklerinden biri, kullanıcıda çalışma sahasında olduğu duygusunu uyardırmalarıdır. Öte yandan, göstergeden, çalışma sahası hakkında yanlış sonuçlara varmak da mümkündür ve bu da yapılan işin verimini düşürür. Bu yüzden, göstergenin operatöre neyi aktarıp neyi aktarmaması gerektiği, hangi bilgilerin, işin en iyi şekilde yerine



Optik fiber, teleoperatörlerde vazgeçilmez bir bağlantı elemanıdır. Bir optik fiber lifinin kalınlığı milimetrenin 1/4'ünden küçük olabilir. Üstelik bu lif, inanılmaz derecede de sağlamdır.

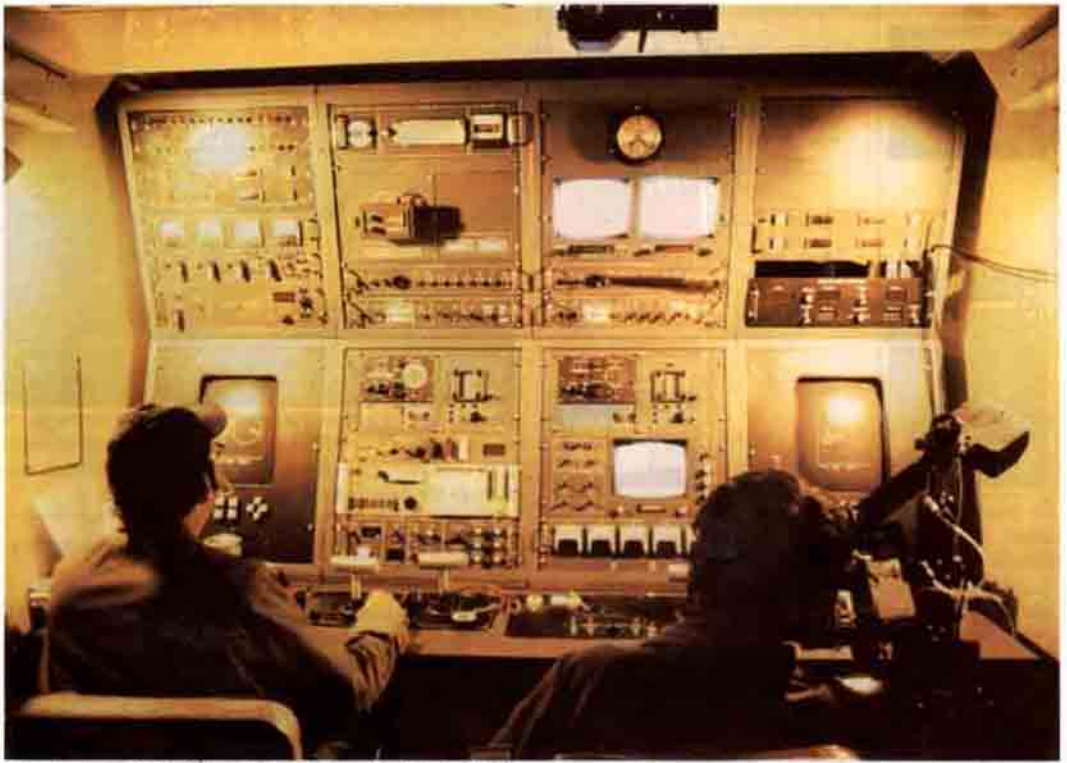
getirilmesi için gerekli olduğu, uzmanları oldukça meşgul eden bir problemidir.

Gelişmiş teleoperatörlerin çoğunda, operatöre stereoskopik (çift bakışlı) bir gösterge sunulmuştur. Bu gösterge, işlevci araç üzerindeki bir çift kameralara bağlıdır ve çalışma sahasını çok ayrıntılı bir şekilde üç boyutlu olarak görüntüleyebilmektedir. Söz konusu kameraların aralarındaki uzaklığın artırılmasıyla görüş derinliğinin de artırılması mümkündür. Fakat bu olay, optimum bir mesafeden sonra tersine dönmekte ve görüntü bozulmaktadır.

Elektromanyetik ışınları algılayabilen televizyon kameraları, operatöre normal gözle hissedemeyeceği şeyleri görme imkânı tanımaktadır. Yakın gelecekte, gelişmiş bilgisayar teknolojisi sayesinde, alıcıdan göstergeye iletilen görüntünün çok daha anlaşılır hale gelmesi beklenmektedir. Üstün bilgisayarlarla nesnelere, karmaşık bir tablo içerisinde izole edilebilecek, kötü görüntülenen kısımlar ise yeniden düzenlenebilecektir. Bununla birlikte, her zayıf görüntünün düzeltilmesi gerekmektedir; çünkü pek çok operatör, tecrübelerine dayanarak bir cismi ya da şekli küçük bir parçasından tanıyabilmektedir.

Bazı sistemlerde, ses alıcıları, görüntülü göstergelyi desteklemektedir. Örneğin, ses, bir su altı teleoperatör kullanıcısını karanlıkta çarpmalara karşı uyarabilmektedir. Öte yandan tasarımcılar, bir "dokunma göstergesi"ni teleoperatörlerde kullanmayı planlamaktadırlar. Böylece operatör, bir cisme uyguladığı kuvveti kontrol edebilecek ve cisme bir zarar vermekten kaçınabilecektir. Bir eldivene benzeyen ve operatörün çalışma sahasındaki herhangi bir cismi eline alıp inceleyormuş gibi hissetmesini sağlayan bu tür göstergeler, günümüzde geliştirilme safhasındadır.

Dokunma göstergeleri, görüntü sinyalleri yetersiz kaldığında, bir cismin şekli hakkında operatöre önemli bilgiler verebilir. Karanlıkta ya da kameranın görüş sahası dışında, bu sistem sayesinde el yardımıyla yön bulmak ya da iş görmek mümkün olacaktır.



Bir teleoperatörün kontrol ve gösterge üniteleri oldukça karmaşık olabilir. Resimde görülen, bir su altı aracının uzaktan kontrol edildiği odadır.

Geçmişte, gösterge sistemlerinin geliştirilmesi için yoğun çalışmalar yapıldığı halde, kontrol mekanizmaları üzerinde fazla durulmamıştır. Şimdiye kadar kullanılanlar, çoğunlukla joystick, anahtar ve levyelerdir. Bu cihazlar, genellikle operatörün yaptığı hareketin benzerini işlevciye yaptırmaya yaramaktadır.

Günümüzde, bilgisayar teknolojisi, değişik yönlerden teleoperatör kontrol sistemlerinin gelişmesini sağlamıştır. Nasıl alıcı ve gösterge arasına bir bilgisayar yerleştirilerek görüntünün kalitesi artırılıyorsa, kontrol ve işlevci cihazlar arasındaki bağlantılara da bilgisayarlar sokulabilir. Örneğin, böyle bir uygulama ile kontrol cihazının, işlevci ile aynı hareket kabiliyetine sahip olması zorunluluğu ortadan kaldırılabilir. Bunun yerine bilgisayar, basit boyutlarda verilen komutları, işlevcinin hareket boyutuna dönüştürmektedir. Yine bu yöntemlerle, operatörün işlevciye hareket yaptırabilmesi için harcadığı güç, en aza indirilebilir. Bilgisayar teleoperatörlere kazandırdığı bir başka özellik ise operatör ve kontrol sistemleri arasındaki temasın mümkün olduğunca doğal hale getirilmesidir.

Bu amaçla pek çok yöntem denenmiştir. Bunlardan biri, George Washington Üniversitesi'nden James D. Foley'in yaptığı özel bir eldivendir. Bu eldivendeki pek çok alıcı, elin kompleks hareketlerini algılayarak, aynı hareketi yapabilecek mekanik bir ele gerekli bilgileri aktarmaktadır.

Bazı teleoperatörlerde, algı ve kontrol sinyallerinin hidrolik bağlantılar ya da bakır tellerle yapılması yeterli olmaktadır. Fakat, çoğu sistemde operatör ve işlevci arasındaki bilgi alışverişinin oldukça yoğun olması gerektiğinden, özellikle renkli iki televizyon kanalına sahip stereoskopik göstergeler, çokca ihtiyaç duyulan ünitelerdir.

Bazen, insanın algılama yeteneklerine dayanarak, alıcı ve gösterge arasındaki bağlantının yükü azaltılabilir. Örneğin, bir televizyon kanalından oldukça hassas siyah beyaz bir görüntü aktarılırken, diğer kanaldan daha kaba renkli bir görüntü taşınır ve bu ikisi operatörün önündeki göstergede birleştirilerek orta kalitede, renkli ve stereo bir görüntü elde edilebilir. Bu tür bir uygulamaya gitmenin temel sebebi, bağlantı sistemlerinin malî külfetini azaltmaktır.

İster uzayda, ister yeryüzünde olsun, çok uzak mesafelerde çalışan teleoperatörler, radyo ve televizyon dalgalarıyla yönetilmektedir. Öte yandan, operatör ile cihaz arasındaki fiziksel bir bağlantının bulunduğu sistemlerin en gelişmiş, optik fiber bağlantılardır. Tek bir optik fiber, saniyede 400 milyon bitlik bilgi taşıyabilir. Bu fiberlerin çapının çok küçük olması, çok uzak mesafelere kolayca ulaşmalarına imkân vermektedir. Hatta makaralarla uçaklardan salınan optik fiberler, askeri amaçlı teleoperatörlere erişilip bağlantı kurulmasında kullanılabilmektedir.

Optik fiberler, gemilerle su altı teleoperatörleri arasındaki bağlantılarda da kullanılmaktadır. Bu sistem-



Uçan platform: Uzaktan kumanda edilen ve etrafı gözleyen kameralara sahip platform, operatörün geniş alanları kuş bakışı taramasına imkân verecektir.

lerde işlevci araç, güç aktarımı, bilgi iletimi ve ağırlık taşıma fonksiyonlarına sahip kalın bir kablo ile derinlere salınmaktadır. Söz konusu kablunun ağırlığı oldukça fazladır ve bu çoğu zaman sorunlara yol açmaktadır. Fakat haberleşme için bakır yerine optik fiber kullanıldığında, bu ağırlık yaklaşık üçte birine inmektedir. Sert ve hafif olmalarının yanı sıra, optik fiberler, iyi kaplandıklarında kırılmaya karşı da oldukça dirençlidirler. Üzerlerinden defalarca araç geçip ezilseler dahi, optik ve mekanik özelliklerini kolay kolay kaybetmezler. Optik fiberler, bakır tellerin aksine, gönderilen mesajlara bir başkasının kulak misafiri olmasına izin vermezler.

En gelişmiş teleoperatör sistemlerinden biri, "Yeşil Adam" ismi verilen, insan benzeri (antropomorfik) modellerin bir prototipidir. Yeşil Adam'ın operatörü, iskelete benzer bir kontrol cihazını, tüm vücuduyla birlikte kullanmaktadır. Öte yandan, hemen önüne yerleştirilmiş iki küçük televizyon ekranında da robotun gözünden etrafı görebilmektedir.

Yeşil Adam, operatörün gerçekleştirdiği kafa, gövde, boyun, kol ve el hareketlerinin çoğunu taklit edebilmektedir. Üzerinde bulunan iki minyatür kamera, aldığı görüntüyü operatörün önündeki ekranlara gönderirken, iki ayrı mikrofon da sesleri yine kullanıcıya



Teleoperatör jip: Uzaktan yönetilen bu savaş aracı, çok tehlikeli bölgelerde insansız olarak kullanılabilir. Jipe uzaktaki bir yerde komuta eden operatör, araç üzerindeki iki kameranın tespit ettiği görüntüleri, özel bir başlığa yerleştirilmiş iki ekrandan izleyebilir.

iletmektedir. Kullanıcı ile teleoperatör arasındaki bağlantı, hidrolik olarak sağlanmıştır.

İnsan taklidi teleoperatörler, su altında tamir gibi zor görevlerde oldukça faydalı olabilecek araçlardır. Özellikle Yeşil Adam'ı kullanan bir kişi, çalışma sahasını çok iyi hissedebilmekte ve kendi hareketlerini işlevcininkine nasıl dönüştüreceğini düşünmesi hiç gerekmemektedir. Fakat antropomorfik makinelerin zor işlerde kullanılabilmeleri için daha fazla geliştirilmeleri gerekmektedir.

Teleoperatörler üzerinde çalışan uzmanlar, çok amaçlı bir askerî jip geliştirdiler. Operatör, uzakta bir yerde, jipte bulunan iki kameradan optik fiberlerle aktarılan görüntüyü, başlığında bulunan stereoskopik göstergeden izleyebilmektedir.

Teleoperatör kullanıcılarında garip bir hastalığa rastlanmaktadır. Hastalık, mide bulantısı olarak kendini göstermektedir. Sebepi ise operatörün, işlevciye kumanda ederken, kendini de hareket ediyormuş, çalışma sahasındaymış gibi hissetmesine rağmen, denge organının bulunduğu orta kulağa bu hareket ve pozisyonlara dair uyarıların gelmemesiyle doğan çe-

NİSAN AYININ İLGİNÇ GÖK OLAYLARI

JÜPİTER'İN UYDULARI (1)

CALLİSTO

ASART

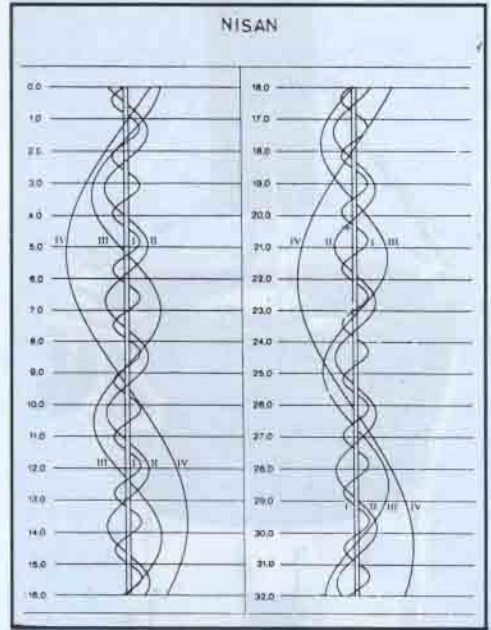
Astronomi Araştırma Topluluğu

Nisan ayı, gök olayları bakımından hareketli bir ay olacaktır. Bu ay içinde gezegenlerin büyük çoğunluğunu Ay'ın yakınlarında görebileceğiz. Bu ayın ilk günü Güneş batarken Jüpiter, Ay'ın 3° güneyinde olacak. 14 Nisan günü sabah saat 07:00'de Ay, Antares'i örtecek ve bir süre Antares'i göremeyeceğiz. Bu tarihten iki gün sonra saat 19:00'da Uranüs, Ay'ın 3° kuzeyinde bulunacaktır. Ertesi gün sabah saat 04:00'te aynı konumda Neptün'ü görebileceğiz. 18 Nisan günü gece yarısından bir saat sonra Satürn, Ay'ın 1°,8 kuzeyinde olacaktır. İki gün sonra saat 20:00'de Mars, Ay'ın 3° güneyinde bulunacaktır. 22 Nisan günü saat 01:00'de Venüs ile Ay'ın arasında 4°'lik açı olacak ve Venüs'ü Ay'ın güneyinde görebileceğiz. Nisan ayının sonlarına doğru, Jüpiter, ayın ilk günü ulaştığı konuma, 29 Nisan günü sabah saat 08:00'de ulaşacaktır.

JÜPİTER'İN UYDUSU : CALLISTO

Geçen ay dört büyük uydusu hakkında genel bir bilgi verdiğimiz Jüpiter'in, bu uyduları hakkında bu aydan itibaren daha geniş bilgi vereceğiz. Bu ay Jüpiter'in ikinci büyük uydusu Callisto'nun yapısı hakkından bilgi vereceğiz.

Callisto'nun tipik özelliği, hemen hemen bütün yüzeyinin büyük kraterlerle kaplı oluşudur. Bugüne kadar Güneş sistemimiz içinde kraterli olduğu bilinen uydular arasında "düzlükleri" olmayan tek uydudur. Bu uyduda nispeten az kraterli olan yerler, birçok büyük halkadan oluşan yapıların merkezleridir. Bu yapıların ise, yine çok büyük kraterlerden oluştuğuna inanılmaktadır. Krater yoğunluğu prensip olarak, bir cismin yaşını tayin etmeye yarar. Ancak, Galileo uydularının krater yoğunluğu, diğer uydularla karşılaştırılmaz. Çünkü bu uydular, Güneş sisteminin farklı bir bölgesinde bulduklarından, burada krater meydana



Jüpiter'in uydularının Nisan ayındaki yörünge hareketi...

getiren nedenlerin farkını, çarpma cisimlerin farklı oluşu ve Jüpiter'in çekim etkisi oluşturmaktadır.

Callisto'nun yüzey sıcaklığı ekvatorunda öğle zamanında 140-150°K, ortalama yüzey sıcaklığı ise, 100°K kadardır. Kabuğun iç taraflarında, yüzeyin yüzlerce kilometre altında sıcaklık, biraz daha fazladır. Büyük çarpmalardan oluşan kraterler, bu ısı etkisi ile daha çabuk şekil değişikliğine uğrayabilir. Bundan başka, buzun madde özelliği muhtemelen, ilkel çarpma olayında ve yeni oluşan kraterlerin kısmen bozulmasında önemli rol oynar. Bu ilkel bozulmayı takip eden yapışkan akıntı, Callisto'daki düz kraterlerin ve büyük halkalı yapıların oluşmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Kabuğun en üstteki birkaç kilometresinde yer alan küçük çarpmalar ise, farklı boyutta kraterler oluşturmaktadır. Başlangıçtaki kabuk, bugünkünden daha ince ve daha yumuşak olduğuna göre, başlangıçta bu tür değişiklikler daha çok etkili olmuştur.

İşkidir. Kişiden kişiye değişen bu istenmeyen durumun ortadan kaldırılması için, uzmanlar, yoğun ve gayretli bir çalışma sürdürmektedirler.

Geliştirilmekte olan diğer bir teleoperatör ise uçan bir gözlem platformudur. Bu platforma yerleştirilen kameralarla, operatör, sanki platformun üstündeymiş gibi çok geniş alanları kuş bakışı izleyebilecektir.

Geliştirilen prototipler gösteriyor ki, oldukça kompleks ve faydalı teleoperatörler yapabilmek için gerekli

teknolojinin çoğuna sahibiz. Şu an için en önemli nokta, insanla makine arasındaki uyumun en iyi hale getirilmesidir. Bu makinelerde, yapay zekânın insan faktörünün yerini alabilmesi için gerekli bilgisayar teknolojilerine kavuşuncaya kadar, teleoperatörler, pek çok alandaki vazgeçilmezliklerini koruyacaklardır.

Scientific American'dan çev.:
Gürkan ÖZTÜRK