

3D Sensörler

Elektronik göz

Kameralar gitgide daha net görüntüler sunuyor, ancak dünyaları şimdiye kadar iki boyutluydu. Artık bu da değişiyor: Akıllı bir algılayıcı, üç boyutlu görmeyi mümkün kılıyor.

Araba saatte 180 km hızla otobanda ilerliyor. Şoför MP3 çalarında eski bir pop parçasını aramak için öne eğilmiş, belanın gitgide yaklaşmakta olduğundan bihaber. Yolda kalmış bir otomobil sol şeridi kapatmış. Fren yapmak için çok geç, çarpışma önlenemez görünüyor. Ancak, adeta görünmez bir kuvvetin müdahalesiyle, araba serbest olan sağ şeride kayıyor. Olan bitenden habersiz sürücü o sırada aradığı MP3'ü bulmuş, şarkıya eşlik ediyor: "Gaz veriyorum. Zevk alıyorum." Böyle zeki otomobillere şimdiye kadar yalnızca bilimkurgu filmlerinde rastlanırdı. Ancak Profesör Rudolf Schwarte ütoppyayı gerçeğe dönüştürmek için her şeyini ortaya koymuş. Siegen'deki Zentrum für Sensorsysteme (Sensör Sistemleri Merkezi) bünyesinde faaliyet gösteren 64 yaşında-

ki bilim adamı, otomobillerin içindeki ve dışındaki olayları gözlem altında tutan algılayıcılar geliştiriyor. Bunların sağladığı bilgiler, vahim durumlarda yaşam kurtarıcı rol oynayan sürücüye yardım sistemleri için temel teşkil ediyor. Schwarte'nin görüşü, buluşu geniş alanda kullanıldığı takdirde trafik kazalarında ölenlerin sayısının yarıya ineceği yönünde. "Eğer buradaki çalışmalarında ilerleme kaydedemezsem, bu binlerce insanın yaşamına mal olacak." Kfz endüstrisi bu tip sistemler üzerinde yıllardır çalışmaktaydı, ne var ki bu çalışmalar hep belirli sınırlar içinde kalmıştı. Sistemler ya çevrelerinde olup bitenleri yeterince kesin ve hızlı teşhis edemiyorlardı ya da o derece külfetli, hassas ve kapsamlı idiler ki, seri üretimi yapılacak bir ürüne entegre edilmeleri söz konusu değildi. Bu



ZENGİN SEÇENEKLER: 3D chip'i sadece iki boyutlu resimleri değil, üç boyutlu olanları da tanıyor. Bu yüzden oto güvenlik sistemleri için olduğu kadar, robot gözü, askeri kullanım veya hareketli üretim bantları için de uygun.

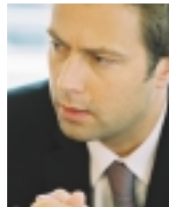
sorun Siegen'de çözüldü. Profesör Schwarte, Optoelektronik ve Photonik alanlarında 20 yılı aşkın araştırmadan sonra bir çığır açtı. Bilim adamı, mekansal bilgileri gerçek zamanlı tespit edebilen eksiksiz bir 3D görüntü algılayıcıyı tek bir chip'e yerleştirmeyi başararak tüm bilim dünyasını hayretler içinde bıraktı. Schwarte'nin Photomischdetektor (PMD) adını verdiği 3D algılayıcı, komple bir optik radar alıcısı. Bu algılayıcıyı, aynı tipten binlerce mini alıcıyla birleştirerek dijital fotoğraf makinelerindeki CCD algılayıcıları anımsatan bir matris oluşturacak şekilde genişletmek de mümkün. PMD, nesneyi bir ışın ile yoklayan tarayıcı bir mekanik yapı gerektiren klasik çözümlerden neredeyse bir milyon kat daha küçük. Aygıtın fiyatı ve masrafları da aynı buna denk düşecek şekilde indirgenmiş: PMD'li bir 3D kamera on binlerce Euro değil, yalnızca yaklaşık 100 Euro tutacak. Endüstrinin bu anahtar teknolojiye duyduğu ilgi muazzam boyutlarda. Bilimsel ilerlemelerin gündelik hayata aktarılması çabaları son sürat sürüyor. Siegen Üniversitesi'ne bağlı bir kuruluş olan S-TEC daha şimdiden çeşitli uygulama alanları için örnekler imal ediyor. Audi ile ortak girişim olarak başka bir firma daha kurulmuş bulunuyor: PMDTechnologies. Ingolstadt'taki Audi'de "gören otomobiller" in prototipleri şimdiden yolları aşındırıyor.

Becerikli robotlar için görme yardımı

PMD teknolojisi, otomobilde çarpışma öncesi algılayıcı, şerit değiştirme asistanı, park etme yardımı veya "zeki" bir hava yastığı için kullanılabilir (164'teki kutuya bakınız). PMD'ye robotların çevrelerini üç boyutlu algılamala-

» Üç boyutlu bilgiler elde edebilmek için bin piksel bize yetiyor. «

Dr. Bernd Buxbaum, PMDTechnologies



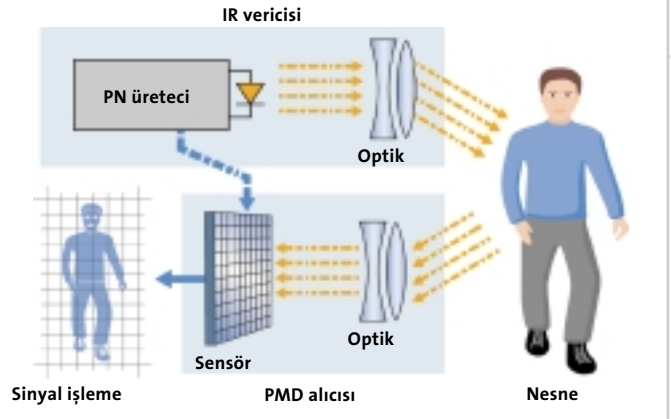
3D GÖRME ŞÖYLE İŞLİYOR

» Yarasa ilkesi: Alan derinliği için algılayıcılar

Photomischdetektor (PMD) üç boyutlu görüntüler için üretilmiş bir algılayıcı. Yöntem, bir nesneye uzaklığını, gönderdiği ultrasonik sinyallerin yansımalarıyla tespit eden yarasanın yön tayin sistemine benziyor.

İLKE: PMD chip'i yarasalarınkinden farklı olarak, sesle değil ışık içteleriyle çalışıyor. Bir vericiden gönderilen modüle edilmiş ışık sinyali, sözgelimi görünmez kızılötesi ışık, ölçülecek sahneyi aydınlatıyor. Nesneden (grafikte bir yayadan) yansıyan ışık, PMD algılayıcısındaki piksel elemanlarına isabet ediyor. Algılayıcı modülasyon kaynağına bağlı olduğu için yansımaları çıkış sinyalleri ile karşılaştırabiliyor. Yansıyan ışığın gidiş süresi yoluyla, nesnenin uzaklığı piksel piksel ortaya çıkıyor.

TEKNİK: Bir PN (Pseudo Noise) üretici, örneğin kızılötesi LED gibi bir bağlı ışık kaynağının yoğunluğunu modüle eden rastlantısal bir veri kodu üretiyor. Alıcı, nesneden yansıyan ışık dalgalarının faz durumunu belirliyor. Bu sinyallerin referans ile karşılaştırılması PMD'nin bir pikseli çarpması ve bunu takip eden entegrasyon ile gerçekleşiyor.



rına yardım edecek bir elektronik göz olarak da şans tanıyor. Böylelikle robot kollar nesnelere zor durumlarda bile güvenli biçimde tutabilecek.

Üretim bandındaki imalat ve kontrol süreçleri daha fazla otomatize edilebilecek. Evde toz süpüren robot fikri bile elektronik göz sayesinde yeniden canlanmış. "Evrimin yarattığını taklit etmek isteyenler 3D tanımayı görmezden gelemeyiz," diyor Schwarte. Mekansal olarak gören bir robot bir anahtarı tutup bununla kapı açabiliyor. Tıp sektörü, minyatürleştirilmiş 3D sistemleri için dev bir pazar olarak görülüyor. Bu alanda ameliyatlarda robotların kullanımının yanı sıra yeni teşhis yöntemleri de düşünülüyor. Böylece yakında endoskopide midenin gerçek zamanlı 3D kayıtları elde edilebilecek. Bilgisayarlı tomografide zamansal değişikliklerin kapsanmasıyla yeni olanaklar açılacak. PMD'yi geliştirilenler için yüksek çözünürlüklü net görüntü üretmek ön planda değil. Bunun yerine, her bir piksel için nesneye uzaklık milimetre kesinliğinde belirleniyor, bundan da izlenen nesnenin biçimi ortaya çıkarılıyor →

SÜRÜCÜNÜN YENİ GÖZLERİ**»İçerisi ve dışarısı için algılayıcılar: Otomobiller görmeyi öğreniyor**

3D algılayıcıların kullanımı söz konusu olduğunda, başı çekenler otomobil üreticileri.

Henüz sadece prototipler mevcut, ama Audi'de görüntü algılayıcı ilk modellerin 2005 yılında piyasaya sürüleceği konusunda iyimserlik hakim.

ÇARPISMA ÖNCESİ: 3D kamera önden ya da arkadan çarpmalar gibi potansiyel tehlike durumlarını zamanında saptayıp derhal imdat frenini çekiyor. Yola koşan bir çocuğun bile farkına varılabiliyor. Algılayıcı, hareketleri de kaydettiği için, yeterince fren mesafesi yoksa çarpışmayı önleyici bir manevra da yapabiliyor.

ŞERİT DEĞİŞTİRME ASİSTANI: Kör nokta otomatikman gözetleniyor. Sürücü sollama sırasında tedbirsiz davranırsa ya

ÇEVRESEL BAKIŞ

Elektronik çevresel bakış: 3D sensörler, engellere karşı uyarıyor ve kör noktayı gözetliyorlar.

Arkayı görüş

Yandan ön çarpışma

Önden ön çarpışma

da iki vasıta aynı anda orta şeride geçmek isterse, bu durum kenardaki algılayıcılar tarafından saptanıyor ve dış aymanın yanındaki bir lamba sürücüyü uyarıyor. Kontrol dışı ya da tehlikeli şerit değişimlerinde, joystick'lerde olduğu gibi force-feedback ile titreyen direksiyon sürücüyü tehlikeden haberdar ediyor.

ZEKİ HAVA YASTIĞI: Otomobillerdeki hava yastıkları yalnızca içindekiler yerlerinde doğru otururlarsa kurtarma görevini yerine getiriyor. Sürücünün yanında oturan yolcunun, örneğin ayakkabılarını bağlamak ya da bir şey aramak için o anda öne doğru eğildiği varsayalım; bu durum iç mekanı gözetleyen PMD tarafından yıldırım hızıyla teşhis ediliyor. Yolcunun başından ağır yaralanmasını engellemek için ön hava yastığı açılıyor ancak tümüyle şişirilmiyor. Çarpışma öncesi algılayıcısıyla bağlantılı olarak, hava yastıkları milisaniyelerle ifade edilen bir süre kadar erken etkinleştirilebiliyor.

OTOPİLOT: Hayaller daha da ileri geleceğe uzanıyor. Şehirdeki dur kalk trafiğinde ya da yol tıkanıklığında araçlar günün birinde kendiliğinden gaz verecek ve fren yapacaklar. Entegre edilmiş algılayıcılar trafik işaretlerini teşhis edecek ve belki de bunlara tepki gösterecek. Bir düğmeye basıldığında kendiliğinden bir park boşluğuna manevra yapan otomobiller çok pratik olabilir.

**TEST ARACI:** Işık darbeleri gönderen ve yansımalarını yakalayan PMD otomobilin tavanında yer alıyor.**UYARI ÜÇGENİ:** Kırmızı ışık tehlike olduğunu bildiriyor, sensör, kör noktada başka bir aracı tespit etmiş durumda.**ÖRNEK DOĞADAN:**

Yarasa uzaklıkları ses dalgalarının yansımalarıyla algılıyor.



yor. Gerçek zamanlı kapsama sayesinde nesnenin hareketi de tespit edilebiliyor. "Daha iyi bir resim oluşturmak için bilgiye ihtiyacımız yok; aksine, çevre hakkında üç boyutlu bilgiler edinmek için birkaç bin piksel işimizi görüyor," açıklamasında bulunuyor PMDTechnologies ve S-TEC teknoloji yöneticisi Dr. Bernd Buxbaum. Oysa bu basitlik, bir başka amaç için uygun değil: Askeri yetkililer aydınlatma amaçlı yüksek çözünürlüklü 3D kayıtlarla yakından ilgileniyor. Yeni chip ile üç boyutlu görüntü elde etme bizim "stereo görme" mizden ziyade yarasanın sesle yön bulmasına benziyor.

İnsan gözünün ağtabakası üzerine yansıyan optik görüntü iki boyutludur ve mekanın derinliği hakkında hiçbir bilgi içermez. Beyin, derinliği, her iki gözün bilgilerinden yola çıkarak hesaplar. İlke itibarıyla göz açıları ile her iki resmin üst üste gelmesi sağlanır, sonra aç ve göz mesafesi üzerinden uzaklık ortaya çıkarılır. "Ama evrim mekansal görme için başka bir yöntem daha ortaya çıkarmış," diye-



rek PMD'nin açıklanmasına yarasa örneğini veriyor profesör Schwarte. Hayvan ultrasonik ses dalgaları yolluyor ve yankı süresi üzerinden nesnelere arasındaki uzaklığı teşhis ediyor. Ses yerine ışıkla yer tayinine doğada rastlanmıyor. Sesten yaklaşık olarak bir milyon kez daha hızlı yayılan ışık içteplerinden yararlanan bilim adamları ise artık bunu başarmış bulunuyorlar. Ölçüm tekniğinde kısa zaman dilimleriyle çalışmak yabana atılacak bir iş değil. Gerçi Profesör Schwarte PMD'nin işleyiş tarzını "şaşırtıcı derecede basit" olarak niteliyor, ama yöntem hüner gerektiriyor. Nesneden yansıyan sinyalleri değerlendiren görüntü algılayıcının önemi büyük. PMD yalnızca görüntüyü kaydeden bir algılayıcı olmakla kalmayıp aynı zamanda görüntüyü referans sinyali ile de karşılaştırıyor (☞ 163'teki kutuya bakınız). Kesin ölçümlere giden yolda ilk adımın ölçüm kanalı ile referans kanalının bir araya getirilmesi olduğu biliniyordu: Bu işi yapan diyotlar aynı güçlendirici girişine yerleştiriliyor ve dönüşümlü olarak çalıştırılıyordu. PMD ile geliştiriciler bir adım daha ileri gitmiş ve birçok hata kaynağını devre dışı bırakmış bulunuyor. Her bir piksel için iki fotodiyot yerine, yeni algılayıcı artık yalnızca her iki çıkışı sırayla etkinleştirilen ve okunan tek bir fotodiyota sahip.

Yani PMD alıcısında bulunan algılayıcı hem nesne tarafından yansıtılan ışığı, hem de görüntüyü aydınlatan düzensiz parlamaların kodunu elde ediyor. Işığın katettiği yolun uzunluğuna bağımlı olarak değişen zaman farkı dışında, her iki sinyal de birbirinin aynı. Aralarındaki fark bir pikselin uzaklığı hakkında istenen bilgileri sunuyor.

Karanlıkta bir kilometrelik görüş mesafesi

"Bu sistem karanlıkta ve güçlü güneş ışımada bile işliyor," diye güvence veriyor Profesör Schwarte. Arkaplan ışığından etkilenmediği için büyük uzaklıklardaki nesnelere de yüksek doğruluk payıyla belirlenebiliyor. Profesör Schwarte, PMD'nin ilk versiyonunda yaklaşık 30 metre civarında olan menzili geliştirmek için keşfini modifiye etmiş. Optik bir görüntüyü doğrudan algılayıcıya iletmek yerine, bu görüntünün bir katot tarafından güçlendirilmiş elektronik kopyasını ileterek sinyalleri güçlendiriyor. Böylece artık bir kilometre uzaklıktan bile mesafeleri milimetrenin onda biri hassaslığında ayırt etmek mümkün. Bu da Schwarte'nin gelecekteki uygulamalar için tahmin yürütmesini sağlıyor: "Bununla helikopterleri otomatik olarak indirebilir ya da bir uçağın pilotuna iniş pistinin 3D görünümünü gösterebiliriz." ■

MF / Garo Antikacıoğlu, agaro@chip.com.tr

LİNKLER

www.zess.uni-siegen.de
www.nv.et-inf.uni-siegen.de/inv/inv.html
www.pmdtec.com
www.deutscher-zukunftspreis.de

