

DUYULAR VE ALGILAYICILAR

Tansel Kaya

July 2, 2001

Contents

1 Giriş	2
1.1 Duyular	2
2 Ölçüm ve Ölçerler	4
3 Algılayıcılar	6
4 Çalışma Prensipleri	9
4.1 Koku Algılayıcıları	9
4.2 Dokunma ve Basınç Algılayıcıları	12
4.2.1 Basınç Algılayıcıları	12
4.2.2 Dokunma Algılayıcıları	13
4.2.3 Dokunma Ekranları	14
4.2.4 Anahtarlar	16
4.2.5 Bükülme Algılayıcıları	16
4.3 Ses Temelli Mesafe Algılayıcıları	16
4.3.1 Ultrason Temelli Mesafe Ölçümleri	17
4.3.2 Ultrason Görüntüleri	18
4.4 Temel Yön Bulma Sistemleri	19
4.4.1 Dünya Yer Bulma Sistemleri (GPS)	19
4.5 Atalet Algısı	20
4.5.1 İntegral alınması	20

4.5.2	Örnek Kütleler	22
4.5.3	Ciroskoplar	22
4.5.4	Lazerler	23
4.6	Görüntü Algılayıcılar ve Işık Algılayıcıları	23
4.6.1	Polarize Işık Algılayıcıları	24
4.6.2	Yansımaya Dayalı Optik Algılayıcılar	24
4.6.3	Dönüş Sayaçları	25
4.6.4	Dik Şaft Ölçümleri	26
4.6.5	Kızıl Ötesi Algılayıcılar	26
4.6.6	Görüntü Algılayıcılar	27
5	Sonuç	27
6	Referanslar	28
7	Bağlantılar	28
8	Ürünler	29

1 Giriş

Böyle bir çalışmanın yapılmasındaki temel etken bu alandaki malzemenin Türkçe olarak bulunmasının zorluğu olmuştur. Ölçme problemleri ve algılayıcı çözümleri üzerinde durarak günümüzde geçerli olan robot araştırmaları çerçevesinde ölçümlerin ardında yatan prensiplerin belirlenmesi hedefi güdülmüştür. Aşağıda yer alacak materyal son derece sınırlı olup geliştirilmeye açıktır. Belirtilen referansları dahil etmeniz koşulu ile bu metinde yer alan tüm malzemeleri birebir veya kısmen kullanabilirsiniz.

1.1 Duyular

İnsan duyuları robot araştırmalarında en sıklıkla kullanılan duyular olmuşlardır. Bu kısmen bilişsel süreçlerin en gelişkin olduğu canlı olmasından, kısmen de robot araştırmaları yapan kişilerin bizzat insan olmalarından kaynaklanmıştır. Ancak bir robotta bu tip duyuların kullanılabilmesi için öncelikle insan üzerinde bu duyuların çalışma prensiplerinin son derece iyi bir biçimde analiz edilebilmesi gereklidir. İnsan duyuları bir veya birden fazla organ kullanılarak elde edilir.

Görme Gözler aracılığı ile gerçekleşir. Optik süreçler bu duyuda rol oynar.

Duyuma Kulaklar aracılığı ile olur. Akustik süreçler sonucunda gerçekleşir.

Dokunma Deri aracılığı ile merkezi değil dağılık bir algı olarak gerçekleşir. Temel mekanik ve ısı algılayıcılarının etkisi ile oluşturulur

Koku Burun aracılığı ile elde edilir. Gaz fazındaki kimyasal süreçler bu duyuyu oluşturur.

Tat Dil aracılığı ile elde edilir. Sıvı fazda gerçekleşen kimyasal süreçlerin sonucudur.

Altıncı His Kendini Hissetme olarak adlandırabileceğimiz bu duyu eklemeler aracılığı ile elde edilir. Bu duyunun kaybı ile ilgili patolojik vakalar için Karısını Şapka Sanan Adam¹ oldukça zengin bir kaynaktır.

Duyular tek bir organ kaynaklı olarak elde edilmedikleri gibi bir organda sadece bir duyunun elde edilmesi için çalışmaz. Denge duyumu için kulaklar yardımcı olurken, dil dokunma duyusu için önemli bir alan, deri de sıcaklık duyumu için en önemli bölgelerden biridir.

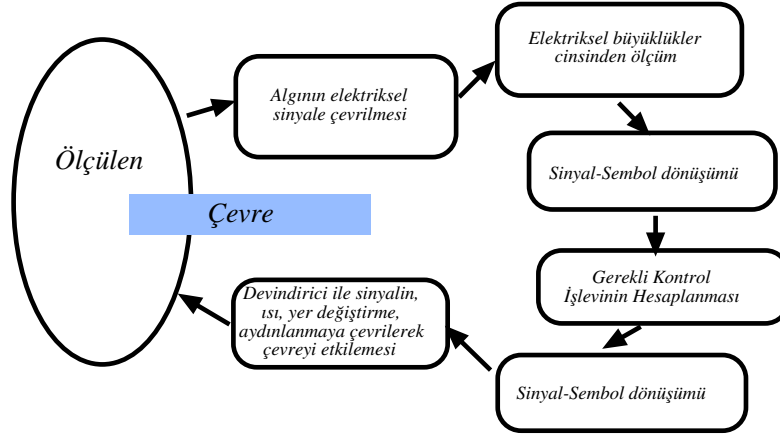
İlginç bir olgu da duyu çatışmasıdır. Bu durumda aynı ölçene ait olduğunu düşündüğümüz çelişen ölçümler bireyde fiziksel ve duygusal baskı yaratır. Bunun en belirgin örneği sanal gerçeklik sistemleri ile belli bir süre geçiren insanlarda görülür

Bu saydıklarımızdan başka insan duyuları da var mıdır? İnsanlar elektrik alanlarını, manyetik alanları, elektromanyetik ışınmayı algılayabilmektedirler. Ayrıca yerçekimini sıcaklığı, hava durumunu algılayabilirler.

Robotlara özel duyular, dendiğinde öncelikle insanlara dair olan duyuların karşılanması gereklidir. Bilişsel süreçlerde sıklıkla örnek alınan insanlar ve hayvanlar olduğuna göre robotların öncelikle bu tarz duyulara sahip olması istenmektedir. Bu noktada bu güne kadar insanların kullanabildiği diğer ölçüm cihazlarının da robotlar için kullanılabilir kılınması bu yönde önemli bir avantajdır. Mikroskoplar, teleskoplar gibi.

Ancak robotlara bu tip duyuların verilmesi temelde önemli bir sorun olmasına rağmen, insanların sahip olmadığı diğer duyulara da sahip olabilmeleri açısından son derece önemlidir. Bu görülebilir tayfın dışındaki alanda görme yetisi, radar ve lazer kullanarak mesafe ölçümü, insanların duyarlı olduğu 20 Hz- 20 Khz sınırının dışında duyabilme, tatma ve koku alma dışındaki kimyasal inceleme, radyasyona duyarlılık olabilir.

¹Oliver Sacks, Türkiye Yayıncısı Yapı Kredi Yayınları, 1996



2 Ölçüm ve Ölçerler

İnsanlar arasında tercih gören ölçüm yöntemleri, ölçümlerin görsel olarak yapılmasıdır. Bu termometrelerdeki sıcaklığın barometrelerde hava basıncının uzunluğa dönüştürülmesi, tartılarda ağırlığın, hız ölçerlerde hızın açıya dönüştürülmesi, indikatörlerde kimyasal süreçlerin renklere dönüştürülmesi olabilir. Ancak bilgisayarlarda kullanılmak üzere yapılan dönüşümler de son derece yaygındır.

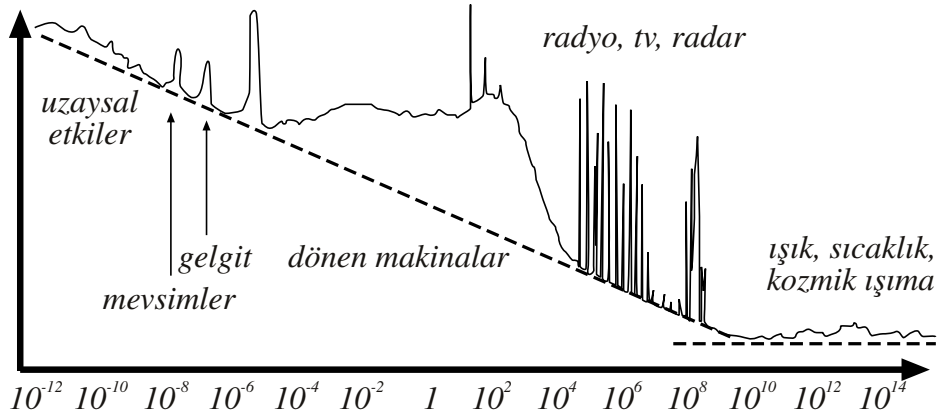
Sayılabilecek dönüşümler içerisinde ısı dirençler sıcaklığı dirence, elektrokimyasal algılayıcılar, kimyasal süreçleri gerilime çevirir. Fotoakım devrelerinde ışık şiddetini akıma çevrilir; piroelektrik devreleri termal ışımayı gerilime çevirir. Nemölçerler, nemi kapasitansa dönüştürür. Mikrofonlar da ses basıncını çeşitli elektriksel yapılara dönüştürürler. Bu aşamada birimlerin kullanılması sorun derece önemlidir. Genelde ölçümlerde ölçülen, ölçen kişinin ya da aygıtın atayabileceği kesikli değerlerle ölçülür.

İki tip hata azaltıcı ölçümden bahsedebiliriz. Bunlardan ilki oransal ölçümlerdir. Bu tip ölçüm güç kaynağından kaynaklanan hataları en aza indirgeyebilmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu ölçümde algılayıcılardan biri çevreye çıkartılırken biri korunur ve tepkilerinin oranına bakılır. İkisini de çarpan bir etken varsa bu ortadan kalacaktır. Burada yok edilmek istenen hatalara, bu sebepten çarpılarak ortaya çıkan hatalar da denebilir.

Diğer hata azaltıcı ölçüm tipi diferansiyel ölçümdür, yine bir algılayıcı çevre ile iletişime geçerken, biri korunur ancak bu sefer farklarına bakılır, eklenen bir hata tipi varsa (ikisinde birden ortaya çıkan bir hata tipi) bu kaybolacaktır.

Ölçüm süreçlerinde dikkat edilmesi gereken en önemli süreç Algıla-Düşün-Davan Döngüsü'dür.

Burada üzerinde durulması gereken nokta, ölçülen ve ölçüm yapanın aynı çevre içerisinde yer aldıklarıdır. Dolayısı ölçüm işlemi de ölçülünü etkilemekte-



dir. Ayrıca doğa ölçümler üzerinde karışıklık yaratmaktadır. Doğa sıcaklık ve miktarın ölçülmesinde karışıklık yaratırken, insan yapımı ölçümlerde de girişim yaratan sinyallerin varlığı ve materyal sınırlamalar karışıklık yaratmaktadır.

Sıcaklık, doğadaki tüm ölçümleri etkileyen bir gürültü tipidir. Buna Johnson gürültüsü adı da verilir. Tüm cihazları etkilemektedir. Bunun en temel örneği dirençlerdir. Sıcaklığın etkisi ile rastgele hareket eden elektronlar gerilimde farklılıklar yaratırlar. Johnson Gürültüsünün zamana göre ortalaması sıfırdır. Düşük sıcaklıklarda yine de güç iletimi olabilir.

Anlık gürültü ise akımdaki istatistiksel değişimler, elektrik yükünün katsayılarına bölünmesi yüzünden oluşabilen bir gürültüdür. Akım, sürekli bir akışkan değildir, kesikli elektronların hareketi ile oluşmaktadır. Akım düşükken veya örnekleme süresi kısa iken bir örnekleme oldukça az miktarda elektron içerebilir. (10^6 mertebesinde). Bu şekilde bir örnekleme ile diğeri arasında oluşan farklılıklara anlık gürültü denir.

Günlük hayatta ölçümlere etki eden gürültü kaynaklarını tasnif etmek gerekirse şunlar sayılabilir. Titreme gürültüsü, bu tümüyle periodik cisimlerin doğasından kaynaklanan bir durumdur, frekans arttıkça bu etkinin kaybolduğu görülür. Megahertz ve gigahertz mertebesinde gürültü kaynakları olarak televizyon, radyo ve bilgisayarlar, kilohertz mertebesinde gürültü kaynakları olarak hareket halindeki dönen makineler, 100 Hz de güç hatları ve 1 Hz'lik otomobil trafiği.

Gürültünün temelinde iki şey yatmaktadır, bunlardan biri doğal süreçlerken diğeri ise ideal olanın altında üretim yapabilmek gelmektedir. Genelde daha karmaşık ölçümlerde birden fazla belirsizlik kaynağı vardır.

Sonuç olarak ise sınırlı kesinlik ve ölçüm hassasiyeti elde edilmektedir. Bunun giderilmesinde ise bir çok yol kullanılmaktadır. Bunlar arasında bilim, sanat, tecrübe ve bazen ufak hileler gelir.

Sinyal mümkün olan en dar banda alınarak, bu sinyal bandına algılayıcı ayarlanarak bu problemler kısmen çözülebilir. Gürültüyü engelleyebilmek için

sinyalin bir işaretinin olması, yani modülasyon kullanılabilir. Frekansı arttırarak $1/f$ gürültüsünden kurtulmak, çevrenin gürültüsünün yoğun olduğu bölgelerinden uzaklaştırmak, arka plan gürültüsünü filtrelemek, modülasyon frekansına çok yakın bir pencere hariç filtreleme yapmak kullanılan yöntemlerdir. Aynı şekilde farklı fazda ancak doğru frekansı olan sinyaller de filtrelenebilir.

Veri birleşmesi çok seviyeli, çok yüzlü bir işlemdir; birden fazla kaynaktan veri ve bilginin otomatik tanınması, ilişkilendirilmesi, kestirilmesi, ve birleştirilmesinden oluşur. En düşük seviyede farklı derecede güvenilen ölçenlerin sunduğu verilerin ağırlıklı ortalama hesaplanması kadar basit olabileceği gibi , bulanık mantık örneğinde olduğu gibi son derece karmaşık da olabilir.

Hali hazırda kullanılan teknikler şunlardır. Bayes Çıkarımı, Dempster Schäfer Algoritması, Oylamalar, Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık.

3 Algılayıcılar

Robot araştırmalarında son derece zengin bir tayfa dağılan algılayıcılar kullanılmaktadır. Bunların bir bölümü insan temelli iken bir bölümü tümüyle insana yabancısıdır. Ancak en sıklıkla rastlanan şey doğaya uzun bir süreçte uyum sağlamış olan hayvanların model alınmasıdır. Algılayıcıları şu şekilde tasnif edebiliriz.

Manyetik Algılayıcılar

- Pusula
- Dış Uzaydaki Yıldızlardan Gelen Manyetik Alanı Ölçen Cihazlar
- AkıKapısı
- Manyeto İndüktif Algılayıcılar
- Manyetik Direnç Algılayıcıları (MR)
- Dev Manyetik Direnç Algılayıcıları (GMR) ve Dönme Valfleri
- Bobin Antenleri
- Hall Etkisi Algılayıcıları
- Manyetik Kesinlik Algılayıcıları
- Nükleer Manyetik Rezonans (NMR)
- Magnetoensefalograf (MEG) & MCG
- Hırsızlığa Karşı Kullanılan Algılayıcılar

İvme Ölçerler

- Mikromekanik Yapıda Olanlar
- Silikon Basıçla-Değişir-Dirençli Yapıdakiler
- Sarsıntı Ölçerler
- Yerçekimi Ölçerler
- Sismometreler

Basınç Ölçerler

- Silikon Zar Yapılı Algılayıcılar
- Basınçla-Değişir-Dirençli Yapıdakiler

Sıcaklık Ölçerler

- Sıcaklıkla-Değişir-Dirençli Yapıdakiler (Termistorlar)
- Silikon Yarıiletkenler

Nem Ölçerler

- Honeywell Philips Ölçerleri

Işık Algılayıcıları

- Fotometrele
- Morötesi Algılayıcılar
- Kızılötesi Dedektörleri
- Bulut Algılayıcıları
- Parlaklık Algılayıcıları

Eğim Ölçerler

- Sıvı Temelliler

Dönüş Açısı Ölçerler

Gaz Fazı Algılayıcılar

- Koku Algılayıcıları
- Gaz Algılayıcıları

Akustik Algılayıcılar

- Ses Algılayıcıları
- Konuşma Tanıma Cihazları
- Ultrasonik Algılayıcılar

Yataygözler (Ciroskoplara)

- Döner Kütle Sistemleri
- Fiber Optik Sistemler
- Magnetohidrodinamik Sistemler

- Titreşen Çatallar, Tekerlekler ve Basınçla Çalışanlar

Patlama Dedektörleri Mesafe Ölçerler

- Laser
- Ultrason temelli algılayıcılar

Bir algılayıcıyı etkileyen en önemli çevre faktörleri depolama koşulları, kısa ve uzun dönemli kararlılık, çalışma sıcaklığı ve kendini ısıtmadan kaynaklanan hatalardır.

Algılayıcılar arasında seçim yaparken sıklıkla farklı özellik kağıtları okumak gerekir ve bu noktada dikkat edilmesi gereken birkaç şey vardır.

Birçok algılayıcı sadece dirençler, kapasitör veya indüktörlerden oluşur. Ve aldıkları değerler çevredeki bir özellik ile ilgilidir. Isıl dirençler, (termistörler)de direnç sıcaklıkla, nem ölçerlerde kapasitans nem ile değişir; yakınlık ölçerlerde L yüzeye olan yakınlığa bağlıdır, manyetik direnç ölçerlerde direnç manyetik alan akısı değişimi ile değişirken, ışığa bağlı iletkenlerde direnç gelen ışık yoğunluğunun bir fonksiyonudur.

Birçok diğer algılayıcı ise temelde gerilim kaynağıdır, elektrokimyasal algılayıcılar kimyasal süreçlere bağlı olarak gerilim kaynağı görevi üstlenirler, fotovoltaik algılayıcıların gerilimleri ışık yoğunluğuna bağlıdır. Manyetik ilmeklerde ise V B'nin zamana bağlı değişimine göre değişir.

Algılayıcının voltaj kaynağı olduğu durumlarda yüksek giriş empedansına sahip bir sistem tercih edilir.

Birçok diğer algılayıcı da akım kaynaklarıdır. Faraday kabı, solar rüzgardan kaynaklanan iyonları toplar. Fotoseller foton/saniye veya elektron/saniye ölçümü yapar. Eğer algılayıcı bir akım kaynağı ise arzu edilen düşük empedans girişi olan bir sistemdir.

Üçüncü bir grup ise içinde bulunduğu çevreden güç çeker, antenler ve mikrofonlar bu gruba girer. Bunu verimli bir biçimde yapabilmek için alıcı ile çevrenin empedansının (öz direnci) örtüşmesi gerekir. Empedans örtüşmesi son derece yaygın bir konudur ve güç transferi ve osilasyon içeren bütün uygulamalarda karşımıza çıkar. Düz akımda piller ve ampüller arasındaki ilişki, alternatif akımda güç çeviricilerinin çalışma prensipleri, ses konusunda amfi-hoparlör eşleştiren transformatörler ve optikte de lenslerin üzerindeki yansıma önleyici kaplama hep bu ilişkiyi kullanır.

Algılayıcı verileri bir çeşit değişken gibi düşünülebilir, ya gerek duyulduğunda sorgulama yöntemi ile erişilebilir ya da belli bir ölçüm yapıldığında algılayıcının bir kesme yapması sağlanır. Bu kesmeyi işleyebilecek bir yapı yardımı ile işlemcinin bu verilere zamanında müdahale etmesi sağlanır.

Bir diğer son derece önemli algılayıcılar, robotların kendileri ile ilgili ölçümler yapmalarını sağlayan algılayıcılardır. Bunlardan en temeli enerji seviyesi göstergeleridir.

Pillerin sıklıkla kullanıldığı robot uygulamalarında akım veya gerilim ölçülerek pilin enerji seviyesi hakkında bir fikir edinilebilir. Bu şekilde robotun derhal enerji bulmasını sağlayacak bir tavır çalıştırılabilir.

Bu konudaki ilginç bir uygulama, Grey Walter'ın kaplumbağalarında görülür. Robotlardaki güçlü ışıktan kaçarak zayıf ışık kaynaklarına yönelme güdüsü, enerji kaynaklarında azalma olduğunda ışık algılayıcılarının da güçlü enerji kaynaklarını zayıf olarak algılamalarına yol açmakta ve şarj noktalarına yönelmelerini sağlamaktadır. Şarj işleminin gerçekleşmesi ile birlikte ışık kaynağı tekrar güçlenmekte ve robotlar şarj cihazından uzaklaşmaktadırlar.

Tıkanma Algısı, bu durumda robot hareket edememekte, ancak motorlar çalışmaktadır. Motorlar, tam gerilimde ve kesilme akımı denen miktarda akım çekmektedirler. Bu durumun fark edilmesi, sadece robotun işlevini yerine getirebilmesi açısından değil, aynı zamanda motorların ve işlemcinin yanmasının engellenmesi için de önemlidir.

Bazı motorlarda bunun farkedilebilmesi için özel sıcaklık algılayıcıları bulunur. Bu duruma müdahale edilmesinde çekingen davranmak gereklidir, zira tekerlerin dönmediği her durum tıkanmaya işaret değildir.

4 Çalışma Prensipleri

Aşağıda bazı algılayıcıların çalışma prensipleri ve arkalarında yatan fiziksel süreçler verilmiştir.

4.1 Koku Algılayıcıları

Şu an için piyasada insan koku algısına yaklaşan algılayıcılar bulunmamaktadır. Buna en yakın görülebilecek ürün, katı hal temelli ev içi kullanımına uygun gaz kaçaklarını algılayan algılayıcılardır. Japonya'da şu an için bu algılayıcıların kullanımı zorunludur.

Methan, propan, karbon monoksit ve uçucu hidrokarbonlar bu algılayıcıların hassas olduğu gaz gruplarıdır. Bu tip gazlar bir çok çözücünün uçması sonucu ortama yayılabilirler. Genelde bu tip ürünlerdeki algılayıcılar, yakıtlar ve yükseltgenler gibi indirgeyici gazlara hassastırlar. Ayrıca alkoller de yakıt olduğundan ve merkaptanlarda (kötü kokulu kimyasal bileşikler) alkollerle mukayase edilebildiğinden bu tipte algılayıcıların da merkaptanlara duyarlı olmasını bekleyebiliriz. Bu durum aynı tipte katı hal algılayıcılarının alkol ölçüm cihazlarında da kullanılması ile de desteklenmektedir.

En sık rastlanan katı hal algılayıcısı Taguchi Gaz Algılayıcısıdır. (TGS) Bu eklenmiş metal oksittir. Gazları fark etmesini sağlayan şey, metal oksit yüzeyde indirgenen bir gazın emilmesidir, bu sırada elektriksel geçirgenliği değişir ve algılama sağlanır. En sık rastlanan TGS de kalay oksittir. (SnO_2) Genelde bu

oksit, kısmi indirgenmiş bir durumda üretilir ve bu haliyle bir yarı iletkenidir. Eğer bu algılayıcı 400 derece gibi yüksek bir sıcaklığa çıkarılırsa, göreceli oksijen yokluğunda tanecik sınırlarının arasından elektronlar kolayca akabilir. Açık havada ise oksijen kalay dioksit yüzeyde emilir ve parçacık sınırları arasında potansiyel bir engel oluşturur. Sonuç olarak diyebiliriz ki, artan oksijen kısmi basıncı ile elektriksel direnç artar ve indirgeyen gazın kısmi basıncının artmasıyla da direnç düşer.

Detaylar çalışma koşullarına da bağlıdır. Algılayıcının sıcaklığı, oksidin fiziksel işlenmesi, tane boyu, paketleme, materyalin kimyasal işlenmesi özel reaksiyonları katalizleyen diğer metallerin eklenmesi gibi. Genelde bu tip detaylar farklı algılayıcıların farklı modellerde satılmasına yol açar. Her biri farklı bir gaz için en iyileştirilmiş veya daha genel bir gaz ailesine tepki verecek şekilde genelleştirilmişlerdir. Başarı şansı da bu şekilde, bir sıra, genel amaçlı algılayıcıların bir arada tutulması ile arttırılabilir.

Bir üretim veya çalışma parametresine sahip olarak hepsi sınırlı bir seçiciliğe sahiptirler. Göreceli olarak daha yüksek bir seçiciliği elde edebilmek için bir tanımlama algoritması gereklidir. Genelde problem, tepki fonksiyonlarının uç noktada lineerlikten uzak oluşları ve sıklıkla görülen çapraz duyarlılıkların oluşmasıdır. Gaz A'a olan duyarlılık Gaz B 'e bağlıdır. Bu da yapay sinir ağlarının eğitilmesi gibi algılayıcı ayarlamalarının yapılmasını son derece zor kılmaktadır.

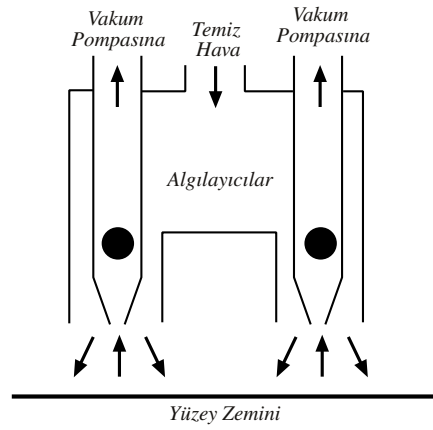
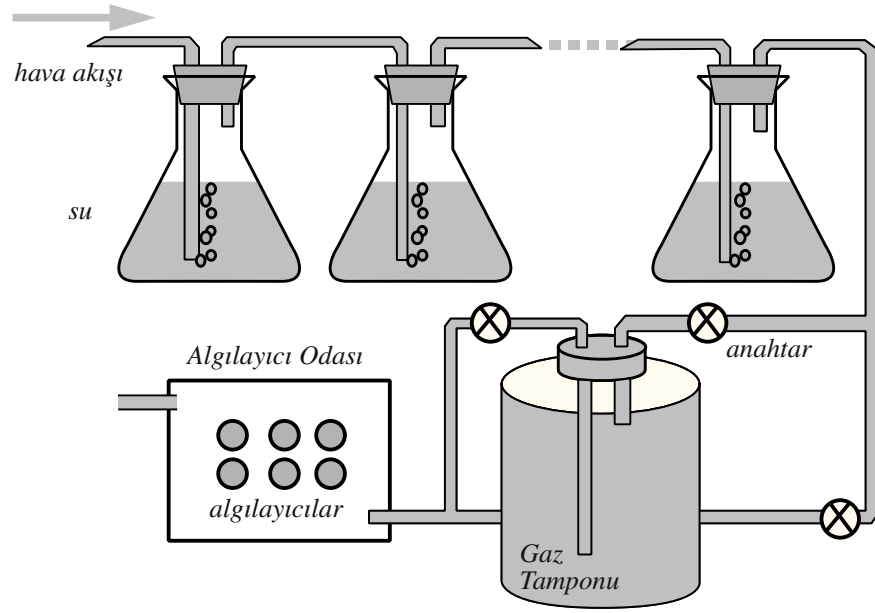
Huzur evlerinde dışkı tutamama problemi ile karşılaşan hastalara yardımcı olmak için tasarlanan deneysel bir yapay burun tasarımı da şu şekildedir. Bu şekildeki hastalarda, özellikle geceleri uzun süre dışkı ile olan deri teması deri problemlerine yol açmakta, bunu engelleyebilecek personelin de sürekli bulunmaması bu tarz bir aracın işlevselliğini arttırmaktadır.

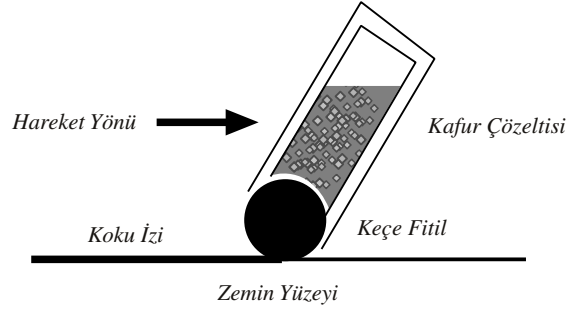
Öncelikle tanımlanması gereken kokuyu bir araya getiren gazların tanımlanması gereklidir. Bu örnekte bu gazlar indole, skatole dimetil disülfid, hidrojen sülfittir. Ölçüme müdahale eden gazlar da huzur evlerinde sıklıkla kullanılan amonyak, çamaşır suyu, iyot gibi maddelerdir. Amonyakın durumu iki açıdan ilginçtir, çünkü hem temizlik maddesi olarak hem de idrarın parçalanmasında ortaya çıkan bir madde olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hazırlanan aracın ana bileşenleri hava akış kontrolü, örnek buhar üretici ve incelticisi, bilgisayar tabanlı veri derleyici ve ana kontrol ünitesidir. Temel ihtiyaç bu noktada bilinen koku ile ilişkili parçalara sahip havanın yaratılması ve algılayıcılara ulaştırılmasıdır.

Bu konuda verilebilecek diğer örnek karıncalarda gerçekleşen kemotaksi süreçleri üzerine Avusturalya'da yapılan simülasyon çalışmalarıdır. (Russel Thiel, Mackay-Sim 1994) Araştırmacılar karınca tavrını birebir taklit edebilen, hem feromon yayabilen, hem de bunu takip edebilen robotlar geliştirmişlerdir.

Kimyasal bir izi takip edebilen bu sistemler, güvelere karşı kullanılan kafur maddesinden oluşturulan izlere kendilerini uydurabilmektedirler. Uygulama yöntemi oldukça direktir, uçucu bir madde olan kafur içeren keçeli kalemleri





kullanarak iz bırakan robotlar, bir santimlik bir iz bırakarak ilerlemektedirler.

İzlerin takip edilebilmesi iz bırakmaya oranla daha karmaşık bir süreçtir. Algılamaya yarayan gereçler birbirinden 50 mm uzaklıktaki iki algılayıcı kafasından oluşur. Bir giriş aracılığı ile algılayıcının hemen altında yer alan hava kütlesi gravimetrik bir dedektör kristalinin üzerinden alınır. Girişin hemen etrafındaki aşağı yönelen bir hava akımı, gelen hava kütlesinin hemen algılayıcının altından kaynakladığından emin olunmasını sağlar. Dedektör kristali kafuru absorbe edebilecek bir kaplama ile kaplanır, ve kütlesi arttıkça kristalin rezonant frekansı eklenen kafur miktarı ile orantılı olarak değişir.

Bir algoritma yardımı ile koku izi, iki algılayıcı arasında tutulur ve bu şekilde 1,5 saat sonra bile izin sürülebilmesi sağlanmıştır.

4.2 Dokunma ve Basınç Algılayıcıları

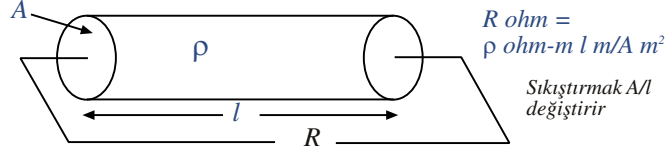
4.2.1 Basınç Algılayıcıları

Piezo elektrik sözcüğü piezen kelimesi kökenlidir, basınca bağlı voltaj farklılığı anlamına gelir. Dokunma ile çalışan bir algılayıcının sahip olması gereken özellikler şunlardır: Uyumlu ve dayanıklı bir yüzeye sahip olması, gerekli işleve uygun yüzeysel çözünürlüğe sahip olması, gereken işleve uygun kuvvet duyarlılığına sahip olması, dinamik bir menzile, tekrar kullanılabilirlik, kararlılık, ardıl izlem bırakmazlık, sabit tepki ve işleve yönelik zaman çözünürlüğü.

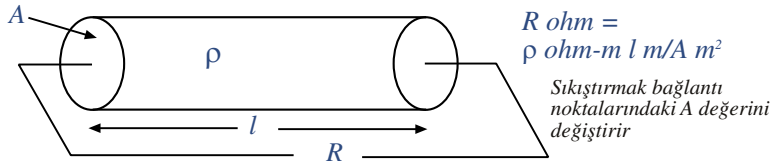
PSR ler basınca duyarlı dirençlerdir. Bu dirençlerin temel özelliği sıkılma anında alanın ve uzunluğun değişerek direnci değiştirmesidir, dokunma dirençleri ise kontak noktalarında alanın değişmesi prensibine dayanır. Ancak yüzey temelli dirençlerde gürültü miktarı, hacim temellilere oranla daha fazladır. En basit haliyle daha düşük boyutta hata oranı daha fazladır.

Genelde basınç ve sıcaklık ile oluşan elektrik her zaman bir aradadır. Bunun sebebi elektriksel yüklerin materyal düzenleme esnasında ayrılmasıdır. Kayıplar yüzünden bu etki geçicidir, sistemi kararlı kılmak için kayıplar kasten artırılır, bu şekilde aracın dp/dt e tepki vermesi sağlanır. Yüksek gerilimde akım geçmez

• *Yığılma Direnci*



• *Bağlantı Direnci*



ve giriş aşamasında direnç yüksek olur, bu da ölçülmesi güç bir büyüklüktür.

Basınç ölçen algılayıcıların çalışma prensipleri basınç-voltaj, gerilim-şekil değiştirme şeklindedir. Bu algılayıcılarda pratik olarak kullanılan malzemeler şunlardır:

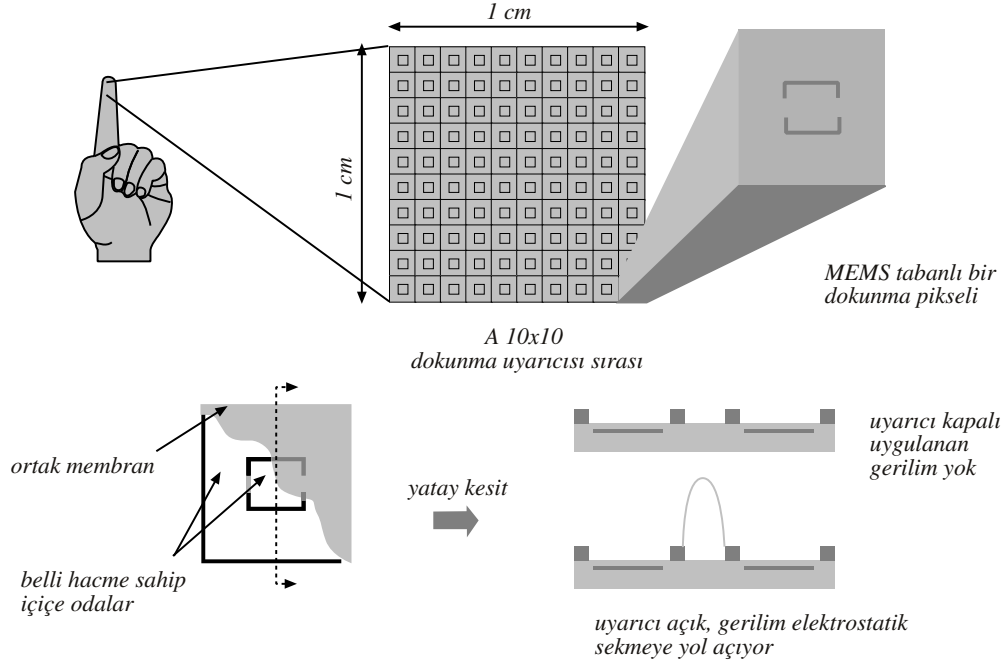
- Quartz** kristal eksenlerden kesilerek piezo elektrik etkisi artırılırken pyro elektrik etkisi en aza indirgenir. Az ama kararlı bir etkisi vardır.
- ZnO** gibi çeşitli seramikler, özellikle mikro ve mini büyüklüklerde imal edilmiş ürünlerde kullanılırlar.
- Polivinildene difluoride** gibi plastikler, özellikle denizaltı sonar ileticilerinde kullanılır.

Bu yöntemlerle 10 A mertebesinde bir gerilim elde etmek mümkündür ancak yüksek empedanslı araçlarla çalışmak gereklidir.

4.2.2 Dokunma Algılayıcıları

Dokunmaya dayalı algılama iki konuda yarar sağlamaktadır. Tanımlama ve yer bulma. İlki dokunarak bir cismin varolan cisimlerle karşılaştırılması iken, ikinci yöntemde uzakta bir cismin yerinin tespit edilmesi söz konusudur. Bu konuda önemli bir tartışma vardır, ancak tanımlama için görüşün daha gelişmiş ve temelde daha uygun bir algı olduğu söylenebilir. Göreceli yer bulma konusunda, dokunma algısı uygun bir algıdır. Bu sebepten bir kez daha kayma algısı zor oluşuna rağmen gerçekleştirilmesi gereken bir algı tipidir.

Yakın alan hissi algılayıcıları, dokunma algılayıcılarının yokluğu yüzünden yaratılmış, genelde japon kökenli araçlardır, 1 cm'nin altında tarama yaparak cisim tanıma amaçlı kullanılırlar. Dört ayrı şekilde üretilmiş şekilleri bulunabilir.



Kapasitifler Dielektrik ve yalıtkan materyallerin tanınması için en uygun yapıda olanlardır.

Endüktifler Metaller ve geçirgenler için kullanımı uygundur.

Optik Temelliler Basit bir alıcı verici düzeneğinden oluşurlar.

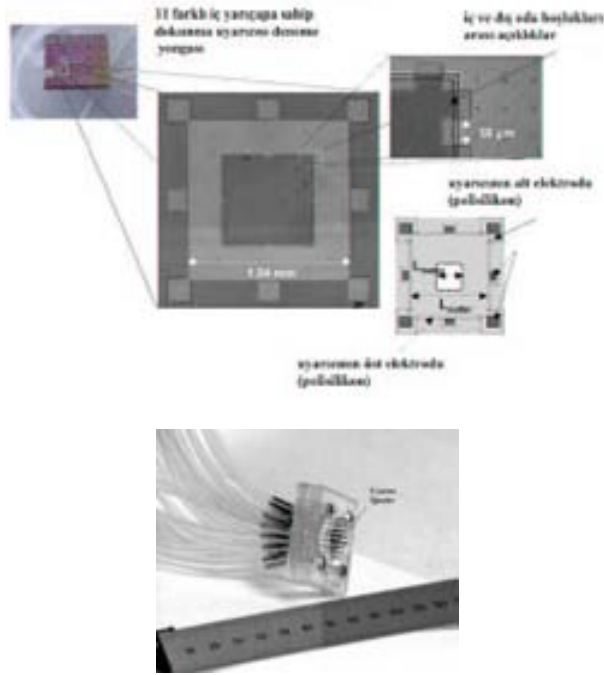
Akustikler Temelliler Daha uzun menzil için kullanılacak yapıdadırlar.

Bunların haricinde bu tip algılayıcıların fiber optik yığınları ve cd player parçaları kullanarak odaklanma temelli çalışan ürünler gibi daha az kabul görmüş şekilleri de vardır.

4.2.3 Dokunma Ekranları

Bu yönde yapılan literatür, robotlar ve tıp alanında gelişmiştir. Bu şekilde bir sistemin ihtiyacı bir kontrol döngüsünün kapatılması ve uzaktaki bir kullanıcıya geri bildirim yapılmasıdır.

Dokunma Ekranlarının çalışma prensiplerini aktarmadan önce ekranlar ile algılama arasındaki gerekliliklerin belirtilmesi gerekir. Burada kullanılacak iki örnek vardır. Televizyon ve telefon analogisinde doğal görüntü, yaratılan algılayıcıya ikincildir. Elden geldiğince iyi bir hoparlör yapılır ve buna uygun mikrofon eniyileştirilir. Televizyonda da benzer biçimde alıcı olabildiğince iyi



yapılır, ondan sonra kamera eniyileştirilir. Bu bugüne kadarki yaklaşımdır, bilgisayar teknolojisinin değişmesi ile bu yaklaşım da değişmektedir.

Radarı ve sonar analogisi ise bundan farklıdır. Bu durumda elde edilen görüntü güçlü bir algılayıcıya oranla ikincildir. İlk elde edilen ham veri tepeler, zaman sinyali düzleminde sarsıntılardan oluşur. İnsan merkezli göstergelerin geliştirildiği döneme kadar uzmanlar tarafından bu görüntüler incelenerek çıkarımlar yapılmıyordu. Dokunma ekranları deriyi uyararak dokunma hissi yaratırlar. Deri özellikle salınımlara, basınç dağılımlarına ve sıcaklık değişimlerine duyarlıdır. İlk bu yöndeki çalışmalar görme engelliler için okuma yardımı olarak üretilmiştir.

Titreşimler, yüzey desenini, kaymaları, çarpmayı, ve delinme hissinin verebilirler. Genelde kullanılan yöntemler piezoelektrikler, selenoidler, şekil hafıza alaşımlarıdır. Basınç dağılımları ise uzaysal dağılımları verirler. Algısal çözünürlük için önemlidirler. Ancak ufak bir alana fazla miktarda yerleştirmek zordur.

Diğer dokunma ekranı modelleri ısısal olanlar ve kayma etkileri için dönen disklerdir. Kayma algısı, bu tip algılayıcılarda gerçekleştirilmesi arzu edilen bir özellik olmasına rağmen yeterince iyi tanımlanamamıştır. Kayma öncesi uygulanan kuvvet kullanılarak bu kısmen de olsa sağlanabilir. Optik olarak elastik bir derinin gerilmesinin ölçülmesi umut verici bir yöntem olsa da şu an için yeterli görülmemektedir.

4.2.4 Anahtarlar

Anahtarlar belki de en basit yapıdaki algılayıcılardır. Elektriksel ya da elektronik düzlemde, herhangi bir şekilde verinin işlenmesine dayanmaksızın çalışırlar. Temel aldıkları genel yapı, açık veya kapalı bir devrenin varlığıdır. Anahtarlar bir çok şekillerde kullanılabilir. Bunlar dokunma algılayıcıları, sınır algılayıcıları ve dönüş sayaçları, odometrelerdir.

Anahtar temelli dokunma algılayıcıları, herhangi bir başka nesneye dokunulması durumunda aktif olurlar. Bu şekilde robotun bir duvara çarpıp çarpmadığı ya da bir nesneyi yakalayıp yakalamadığını belirlemek mümkün olur. Bunların kedilerdeki “bıyıklar” gibi son derece değişik uygulamaları olabilir.

Sınır algılayıcıları, bir mekanizmanın varabileceği son noktaya varıp varmadığını kontrol ederler. Örneğin açılabilen son noktaya gelmiş olan bir kavrayıcının bu şekilde gereksiz yere zorlanması engellenmiş olur.

Bazı dönüş sayaçları, belli bir shaftın verilen bir zaman sürecinde ne kadar döndüğünü bir anahtarın açık/kapalı durumları arasındaki geçişini sayarak yapar.

4.2.5 Bükülme Algılayıcıları

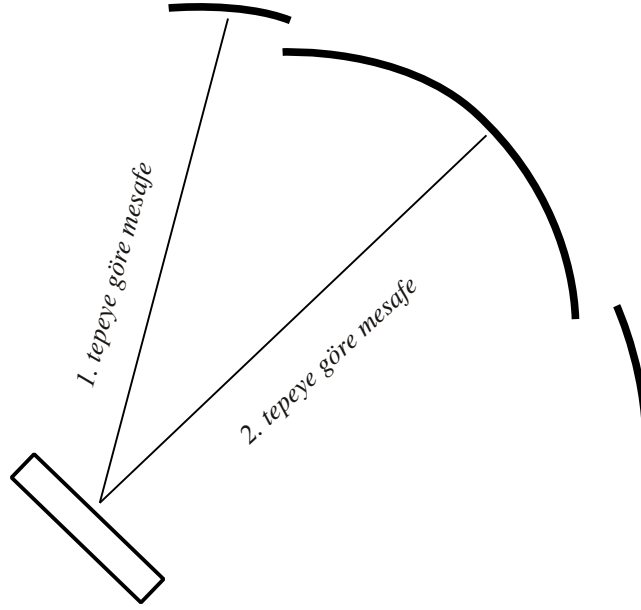
Bükülme algılayıcılarına verilen bir diğer ad da direnç temelli pozisyon algılayıcılarıdır. Bu sistemler algılayıcı metal yüzeyin bükülmesi ile direnç değerlerinde değişikliğe uğrarlar. Direnç bükülme miktarı ile birlikte artar. Ancak dikkat edilmesi gereken bir çok algılayıcının aksine kullanımın bir bükülme algılayıcısında yorulmaya yol açtığıdır. Uzun sürelerde kırılma gözlemlenebilir. Ancak bir çok algılayıcıya oranla çok daha dayanıklıdır.

4.3 Ses Temelli Mesafe Algılayıcıları

Duyma eşiği, kulağın fark edebileceği en düşük basınç değişikliğine verilen addır, bu değer atmosfer basıncına 10^{-9} bir orana sahiptir. Acı eşiği ise bunun 10^5 katı büyüklüğünde ancak yine de atmosferik basıncın binde biridir. Bu sınır geçildiğinde kalıcı sağırılık gerçekleşir. Duyma algısının bu denli geniş bir alana yayılmış olması yüzünden ölçümler logaritmik bir cetvelle desibel mertebesinde yapılır.

Ses gücü her yönde harcanan ses gücünün toplamıdır. Watt cinsinden ölçülür. Ses yoğunluğu ise bir birim alan üzerindeki enerji akışına verilen addır. Birden fazla kaynak olduğunda logaritmik toplama işlemi yapılır, buna uygun olarak iki eş kaynak ses gücü seviyesinde 3 db lik bir artışa yol açarlar.

Ses kullanarak mesafe ölçümleri yapılması mümkündür. Bunun için önce bunun altında yatan temel prensiplere bakılmalıdır. Farkedilen sinyal, yayılan sinyal ile dedektörün impuls tepkisine eşittir. Noktasal bir kaynaktan yayılan



enerji $1/z^2$ ile yayılır. Dalga genliği ise $1/z$ şeklindedir.

Çizgisel bir kaynaktan ise enerji $1/z$ ile yayılırken dalga genliği $1/z^2$ dir. Alansal bir kaynaktan yayılırken ise enerji ve dalga genliği mesafeden bağımsızdır. Ancak uzak mesafeden belli bir alana sahip bir kaynak, noktasal kaynak gibi algılanır ve $1/z^2$ yine geçerli olur. Uzun mesafelerde sinyal noktasal mışçasına değer kaybeder.

Bunlara ek olarak uzak mesafelerden sonlu bir kaynağın dalgasını yüzeysel dalgalar gibidir. Kısa mesafe değişiklikleri için sinyal mesafeden bağımsızdır.

4.3.1 Ultrason Temelli Mesafe Ölçümleri

Bu tip sistemlerde bir alıcı ve bir verici veya bazen iki işlevi birden gören bir alıyıcı olacaktır. Elektrostatik bir çalışma prensibi olan bir membran (Polaroid makinalarda buna benzer bir düzenek vardır ve 50 ile 6 khz arası çalışır) gereklidir. Buna alternatif bir yöntem olarak basınçla-değişir-elektriksel polimerler (pvdf) veya seramikler kullanılabilir.

Bu sistemde birden fazla sefer paketler yayımlanır ve ekonun alındığı zaman ölçülür. Bu zamana uçuş zamanı da denir. Bu zamanın mesafelerin ölçümünde kullanılmasında ses hızının bildiğimiz değerinin değişmediği ya da çevresel sıcaklığa ağırlık olarak ihmal edilebilir bir biçimde değiştiği varsayılır. Genelde tam ölçüm yapabilmek için uyan bir filtre kullanılması gereklidir ancak genelde bu yöntem kullanılmaz ve belli bir sınırdan geçtiği zaman ekonun tespit edildiği bir yöntem tercih edilir.

Genelde bu yöntemle duvarlar kırık yaylar olarak gözükecektir. Eğer uyan bir filtre kullanılırsa gelen ve giden sinyallerin birleşimi alınır. Bu şekilde bir görüntü elde edilir. Ancak bu sıklıkla başvurulmayan bir yöntemdir. Bu sistemde karşılaşılabilecek objeler şunlardır:

Duvarlar ve düz dikey yüzeyler: duvarlar akustik yansıtıcılar olarak davranırlar.

Köşeler: duvarların bulunduğu içbükey dihedral dik açılar. Tekli enerji ileten bir araç köşeleri duvarlardan ayıramaz.

Kenarlar: dışbükey dihedral dış açılar. Çizgisel kaynaklara karşı alan kaynakları gibi davranırlar.

Ultrasonla mesafe ölçümünde deki ana dezavantaj nesnelerin yüzeyinden gerçekleşen yansıma ile ilgili problemlerdir. Buna aynasal yansıma adı da verilir. Yansıma yönü gelen ses dalgasının yüzeye yaptığı açıyla ve yüzeyin şekliyle ilgilidir. Geliş açısı ne kadar ufak olursa, sesin yansıma yapmadan yüzeyi sıyırması ihtimali o kadar yükselir, ve bu şekilde hatalı bir uzak mesafe ölçümü yapılır. Bu duruma aynasal denmesi sebebiyse, kaygan yüzeyler, yansıtıcı özellikleri ile bu sorunun büyümesine yol açarlar. Daha kaba yüzeylerde ise düzensiz yansımalarından birinin geri dönme ihtimali daha yüksektir.

Uzak mesafelerde ise ölçümlerin kesinliği büyük oranda düşecektir, bunun sebebi yanlış ölçümlerin dönmesi ihtimalinin yüksek olmasıdır. Bu dezavantajlarına rağmen ultrason ölçümleri hareketli robot uygulamalarında sıklıkla uygulanmaktadır, bu uygulamalar arasında iç mekan ve dış mekan haritalarının çıkarılması da yer almaktadır.

Ultrason kullanarak mesafe ölçümleri yapma fikri temelinin doğadan alır. Yarasa lar yer tayin etmekte, görüntü yerine ultrason kullanılır buna ekolojasyon denir, ağızlarında veya bazen burunlarında (nal burunlu yarasalar) bulunan bir organ yardımıyla insan yapımı sonarlara oranla son derece karmaşık bir şekilde, yönlerin tayin ederler. Bu şekilde yuvalarını yaptıkları mağaralarda, yüzlerce hemcinsleri arasında yönlerini bulabildikleri gibi, deniz yüzeyine santimetre mertebesinde bir yakınlıkla uçan bir kelebeği bile tespit edebilirler.

4.3.2 Ultrason Görüntüleri

Sesin kan ve vücutta yol alırken hızı sabit değildir, dolayısı ile üretilmiş araçlar aracılığı ile kesin ölçümü de makul değildir. Ancak ortalama değerler ile çalışmak bile doyurucu sonuçlar verebilir. Bu kıvalitatif ölçümler, hastalık teşhisi için kullanılır. Ancak kesinlikle görüntü tabanlı beyin cerrahisi için kullanılmaz, bu tarz bir iş için 1 mm mertebesinde hareket kesinliği ve 0.1 mm mertebesinde uç nokta hassasiyeti gereklidir. Dokuların, derinin, yağın ve kasların akustik özelliklerinin göz ardı edilmesi bunu mümkün kılmamaktadır.

Ultrason ölçümlerinde özel bir bölge incelenip duruma uygun ayarlama imkanlarının olup olmadığına bakılabilir. Burada çıkacak sorun birden fazla paralel homojen katman varlığı, bir katmanda sesin hızının belirlenmesi zorluğu ve kalınlığı azalan katmanlardır.

4.4 Temel Yön Bulma Sistemleri

Tarihten günümüze bir çok yön bulma yöntemi geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bunlar temel olarak iki gruba ayrılabilir, kerteriz noktaları kullanmak ve içsel metodlara başvurmak. Kerteriz noktaları son derece kesin olabilirler, ancak yoğunlukla erişilebilir değildirler. İçsel metodlar, yer değiştirmeye yönelik ve açılma ivmelerinin kaydının tutulması yöntemleridir, avantajı her zaman erişilebilir olmaları iken dezavantajı hataların birikmesidir. Sürüklenme denen duruma sistematik hatalar lineer olarak birikir ve bu da gürültüye oranla daha fazladır. Gürültü zamanın kökü ile birikir. Burada dikkat edilmesi gereken hareket edilmese bile sürüklenmenin birikmesidir.

Kerteriz noktalarının kullanımı oldukça eski bir fikirdir, önce yer işaretleri ardından da deniz fenerleri bu iş için kullanılmıştır. Şu anda da kullanılan uzun mesafe yön bulma sistemleri vardır. (LORAN) Bunun için ikili senkronize vericiler kullanılır birisi efendi, biri köle görevi görürler.

İkili vericilerden gelen mesajlar arasındaki zaman farkı yeri bulunmak istenen nesneyi bir hiperbol üzerine yerleştirir. Bir diğer ikili, bulunabileceği nokta sayısını 4'e indirir. Önceki bilgiler veya bir diğer ikili yardımı ile kesin yer bulunabilir. Bu yöntem amerika kıyılarında uygulanır ve 0.25 millik bir alanda kesindir, 50 metrede bir de tekrar edilebilir.

4.4.1 Dünya Yer Bulma Sistemleri (GPS)

GPS Amerika'nın 1960'da başlattığı 24 uydudan oluşan bir sistemdir. Her bir uydu yedekleri ile birlikte 12 saatlik yörüngelerde bulunur. Zaman ve kimlik bilgileri ile yörünge parametreleri hakkında düzenli yayın yaparlar, Böyle bir sistem her uyduda son derece iyi saatlerin olmasını gerekli kılar. Uyduların kimlikbilgilerinden de yörüngeye dair bilgiler kolayca alınabilir. Eğer bir GPS aygıtı üç uydu ile iletişim kurabilirse enlem, boylam ve zaman bilgisi alabilir. Bir dördüncü ile yükseklik bilgisi de alınabilir.

Ana üsleri colorado da olan 3 yer anteni ile, dünya çevresindeki 5 gözlem istasyonu sayesinde bu sistem çalışmaktadır. Bu üsler yörüngeye dair parametreler ile ilgili ölçümler yapıp düzeltmeler yüklerler. Bu amerika resmi saati ile uydulardaki saatlerin senkronizasyonunu sağlar.

GPS'e paralel bir rus sistemi vardır: GLONASS (Global'naya Navigasyon-naya Sputnikovaya Sistema) bu sistem 53 uydudan oluşur, onlarda GPS uyduları gibi 12 saatlik yörüngelerde hareket ederler. Piyasada iki sistemi de destekleyen

alıcılar bulmak mümkündür. İki kademeli sinyal edinimi söz konusudur:

CA Kodu Kaba edinim, sivil erişime açıktır, SPS Standart Pozisyon Servisi olarak adlandırılır. 100 metreye kadar hata yapabilen bir sistemdir, 2 Mayıs 2000 de son verilmiştir.

P Kodu Kesin Pozisyon Servisi PPS olarak adlandırılır ve halkın kullanımına kapalıdır. Bir kaç santime kadar kesin bilgi verebilmektedir.

P Kodu halka kapalı olmasına rağmen, ilginç bir yöntemle ondan faydalanmak mümkündür. Bu yöntemde bilinen ve bilinmeyen noktalarda sinyal faz farkı karşılaştırılır. Gizli L2 ve L1(CA) sinyali kullanılabilir. Sinyali deşifre etme ihtiyacı olmadığından bu mümkündür. L1-L2 sinyali arası fark başka türlü düzeltilmeyen iyonosferden kaynaklanan gecikme etkilerini giderebilir. Bu şekilde 1mm'e kadar kesin bilgi alınabilir. Ancak bu yöntemde yükseklik tipik olarak daha kötü sonuçlar verecektir çünkü geometri bu tarz üçgenler kullanılarak yapılan yer saptamalarda dikey düzlemde kötü sonuç vermektedir.

GPS de taşınan bilgi miktarı son derece sınırlı olduğundan uydu antenlerine oranla dar bant kullanarak gürültüden kurtulunabilmektedir. Kodlama yöntemi ise fazla miktarda ek bilgi içerdiğinden gürültüden oluşan hatalar büyük oranda tamir edilebilir.

4.5 Atalet Algısı

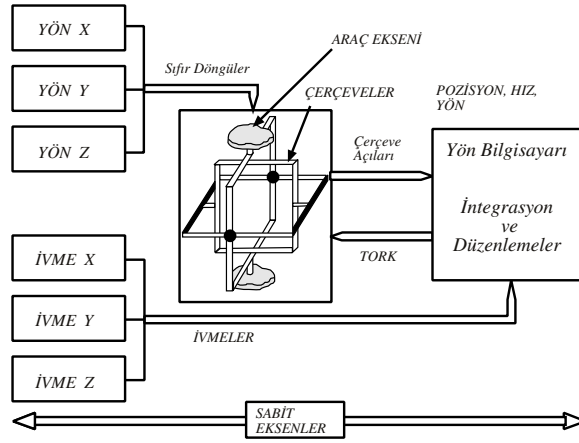
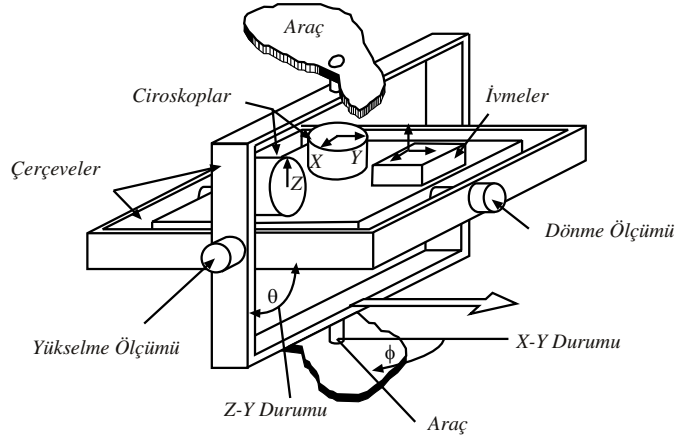
Atalet algısı iki parçadan oluşmaktadır ivme algılanması ve açısal hız algılanması. İvme algısının sağlanması için en sıklıkla örnek kütle adı verilen bir araç kullanılırken açısal hız belirlenmesi için yataygözler (ciroskop) kullanılmaktadır. Lazerler de bu alanda önemlidir. Ring lazerler, fiber optikler ve fiber optik algılayıcılar da bu alanda kullanılmaktadır.

Tanım olarak atalet algısı, başlangıç pozisyonu verildiği durumlarda pozisyon ve başlangıç yönünün, hız ve algılayıcılar aracılığı ile bulunmamasıdır. Algılayıcılar bu yöntemde lineer ivme, pozisyonun değişiminde artışlar, ve açısal hız bildirmektedir. Kullanılan yöntemler şunlardır:

4.5.1 İntegral alınması

İvme sayesinde hız düzenlebilir, hız bilgisi sayesinde de pozisyon bilgisi düzenlenir. Açısal hız bilgisi aracılığı ile de yön bilgisi güncel tutulur. Zor olan şey algılayıcıların ortalaması sıfır olmayan gürültü yüzünden hata yapmalarıdır, ki kimi zaman bu t^3 mertebesinde büyür.

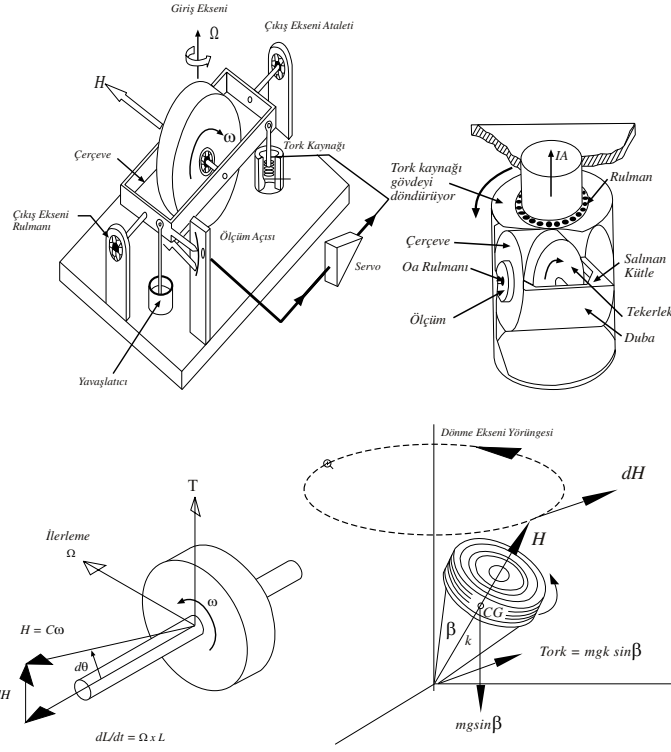
İki sistem kategorisi vardır, bunlardan ilki platform sistemleri diğeri ise bilgisayarlı sistemlerdir. Birincisinde aracın içerisine yerleştirilmiş olan bir platform sabit bir durumda kalırken, araç, içerisinde bulunduğu dünyada hareket



eder. Ölçmekten ziyade sabit kalan bu sistemlerde ihtiyaç duyulduğunda araç ve cisim arasındaki ilişki ölçülebilir.

Diğer sistem de ise parçalar ve mekanik düzenek, yerini soyut bir modele bırakır. Ancak bu sefer ayarlama ihtiyacı ortaya çıkar. İkisinin de kendine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Platform sistemlerinde parçalar gerçekten hareket ettiğinden ölçüm yapmak çok daha kolay olacaktır, ancak karşılıklı duyarlıklar çıkabilir, mesela bir sarkacın herhangi bir açıda durması x-y düzlemindeki ivmelenmeye daha duyarlı olmasına yol açabilir.

Diğer sistemlerde ise hareket etme meyili algılanır, bu bir kontrol sistemin iletilir ve bunu karşılayacak bir sistemle dengelenir. Bu karşılıklı duyarlılıkları giderir, mekanik parçaların varolmasını da gerektirmez ancak ölçüm öncesi iyi bir kalibrasyon yapılması gereklidir.

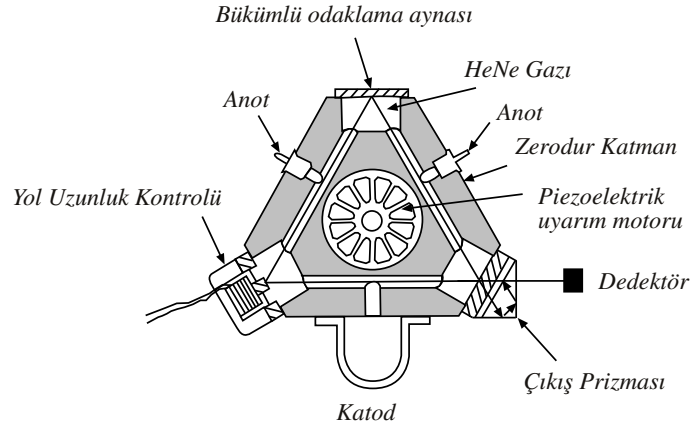


4.5.2 Örnek Küteller

Bunlar minyatür ivmeölçerlerdir. Genelde quartz kullanılır (basınçla-değişir - elektrik özelliklerinden dolayı). MEMS sistemleri içsel olarak basınçla-değişir-dirençli veya kapasitiflerdir. MEMS (mikro elektro mekanik sistemler) ticari olan teknoloji ince bir Si zarfı yaratıp onun hareketlerinin gözlemlenmesi üstüne kuruludur. Bu şekilde basınç algılayıcıları ve ivme ölçerler yapılmaktadır.

4.5.3 Ciroskoplar

Ciroskop dönme eksenini değiştirmemek konusunda bir direnç gösterir, sonuç olarak değiştirmeye başladığında da teorisi hakkında bilgi sahibi olanları bile şaşırtacak şekilde bunu yapar. İlgi çekici olan şey ki kolayca anlaşılması mümkün değildir, eklemin dönüş eksenini ilerlemeye paralel değil diktir. Eklemin yönünde hareket etmektense ona dik hareket eder.



4.5.4 Lazerler

Üç prensibe dayanırlar salınım arttırma, seçilim ve geri besleme. CW(Sürekli Dalga) ve atımlı lazerler vardır. Gaz boşalması, katı hal ve yarı iletken lazerleri vardır.

Öncelikle ışığı arttıran bir ortam sağlanır. Gaz boşalımı, başka renkte bir ışık yardımı veya nükleer patlama ile uyarılma sağlanır, buna optik pompalama denir. Bu şekilde ışık arttıran ortam optik bir resonatör içerisine konur, genellikle bu içbükey bir ayna çiftidir. Doğru yönde ilerleyen bir foton, resonatör içerisinde hapis kalır, birden fazla eş foton elde edilir.

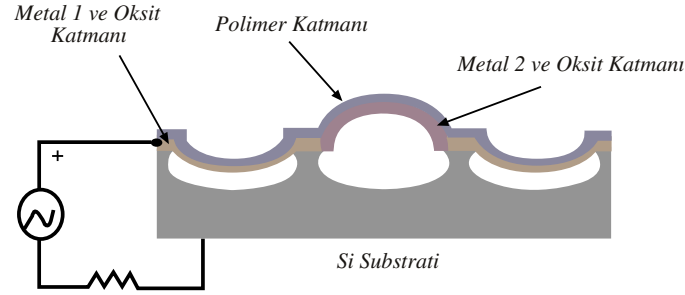
Bu şekilde elde edilmiş ışığın bir miktarı aynaların mükemmel olmaması sebebiyle dışarı kaçar.

4.6 Görüntü Algılayıcılar ve Işık Algılayıcıları

Temel ışık algılayıcıları bir fotoselin üzerine düşen ışık miktarını ölçmektedirler. Sıklıkla ışık algılayıcıları direnç temelli olarak üretilirler ve ışık miktarı algılayıcının direncini etkiler. Bu şekilde üretilmiş algılayıcılarda fotoselin direnci parlakça aydınlatıldığında düşüktür, karanlıkla birlikte artar. Aslında bu şekildeki ışık algılayıcılarının, karanlık algılayıcıları olduğunu söylemek de mümkündür.

Işık algılayıcıları ışık yoğunluğunu, yani mekânın ne kadar karanlık/aydınlık olduğunu, farklı fotoseller arasındaki aydınlık farklılığını ve aydınlıktaki ani değişiklikleri ölçebilirler. Bu ölçümler esnasında dikkat edilmesi gereken ışık algılayıcılarının farklı şekilde korunabileceği ve farklı noktalara odaklanabileceğidir. Bir ışık algılayıcısının yönü ve robot üzerindeki konumu ölçümler üzerinde büyük etki yapabilmektedir.

Ölçümlerde çevresel ışık yayımlanan ışıkla karışabildiğinde sorun çıkartabilmektedir. Bu problemin üzerinden gelemin bir yolu modüle edilmiş ışık kullanmaktır, bu



yöntemde yayınlıyıcı hızlı bir biçimde açılır ve kapanır. Bu şekilde üretilen bir sinyalin algılanıp çözümlenmesi, aynı frekansa ayarlanmış bir demodulatör sayesinde güvenilir ve hızlı bir biçimde yapılabilir. Bir dedektörün ayarlanabilmesi için peşpeşe gelen yanıp sönmeleri tespit etmesi yeterlidir, bu şekilde kendini karşıdaki ışığın frekansına ayarlayabilir.

Kızıl ötesi ışınların modüle edilmesi fikri sıklıkla kullanılmaktadır, bunun en iyi örneği evlerde kullanılan uzaktan kumandalardır. Modüle edilmiş ışık algılayıcıları basit ışık algılayıcılarına oranla daha güvenilir olduklarından, bir cismin varlığının farkedilmesi, mesafe ölçümü gibi görevlerde tercih edilmektedirler.

4.6.1 Polarize Işık Algılayıcıları

Polarize ışık algılayıcıları basit fotosellerden yaratılır. “Normal” bir kaynaktan yayılan ışık polariteye sahip değildir. Ancak bu kaynağın önüne polarize edici bir filtre konduğunda sadece bu filtreye özgü yüzeyde salınan ışık dalgaları bu filtreyi geçebilir. Bu şekilde elde edilen ışık tekrardan filtrelenebileceği için faydalıdır. Bu tarz bir algılayıcı üretmek için bir yayınlıyıcının önüne bir filtre konur ve aynı tipte veya başka bir filtre de fotoselin önüne yerleştirilir.

4.6.2 Yansıma Dayalı Optik Algılayıcılar

Yansıma dayalı optik algılayıcılar bir verici ve bir dedektörden oluşur. Bu ikisinin birbirine olan yerleşimine bağlı olarak iki tipe ayrılırlar. Yansıma Algılayıcıları ve Işın Kesilmesi Algılayıcıları. Genelde verici ışık yayan bir diyot, bir led'dir ve alıcı da bir fotodiyod veya fototranzistördür.

Yansıma algılayıcılarında verici ve dedektör yan yana yerleştirilir ve araya ayırıcı bir yüzey konur. Bu şekilde nesnelere onlardan dedektöre yansıyan ışık sayesinde fark edilebilir. Işın Kesilmesi Algılayıcılarında ise verici ve dedektör karşılıklı yerleştirilir ve cisimler yayınlanan ışığın kesilmesi sonucu fark edilir.

Bu şekilde hazırlanan algılayıcılar nesnelere fark edilmesinde, nesne mesafelerinin ölçümünde ve yüzey özelliklerinin algılanmasında kullanılır. Sonuncudan kasıt

yüzeyde yer alan bir bandın veya işaretin takip edilebilmesi ve bulunmasıdır. Düğer kullanım olarak da duvar ve sınırların takip edilmesi, bar kod okunması ve optik olarak dönüşlerin algılanmasıdır. Bu yöntemde de şaftın boyanması söz konusudur.

Yansımaya dayalı algılayıcılarda karşılaşılabilecek bazı problemler vardır. Işık yansımaları yüzeyin rengine ve bir çok diğer özelliklerine bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Aydınlik bir yüzey, ışığı karanlık bir yüzeye oranla daha iyi yansıtır ve bu sebepten karanlık yüzeyler algılanamayabilir. Bu yüzden bu yöntemle karanlık cisimlerin algılanması daha az güvenilir bir yöntem olabilir. Cisim mesafelerinde ise aydınlık cisimler aynı mesafedeki karanlık cisimlere oranla daha yakın gözüküebilirler.

Bir diğer gürültü kaynağı da çevrede varolan ışıktır. Yapılabilecek en iyi şey çevredeki ışığın miktarının algılayıcı ölçümünden çıkartılmasıdır. Bu şekilde çevresel ışığın miktarı değil sadece yansıyan ışığın miktarı ölçülebilir. Daha iyi ölçümler yapabilmek için iki veya daha fazla algılayıcı kullanılır, bunlardan sadece birinde ışık yayınlayan bir ünite bulunur. İki ölçüm arasındaki fark çevresel ışığın miktarını verecektir. Bu işleme algılayıcı ayarlaması denir. Çevresel ışık da sürekli değiştiğinden ayarlamaların sıklıkla yapılması gerekebilir.

Işın kesilmesi algılayıcıları farklı yapıdaki bir basit alıcı ve verici çifti ile üretilebilir. Bunlar bir fotoğraf flaşı ampulü ve bir fotosel; bir kırmızı LED ve bir görünen ışığa duyarlı fototranzistör veya kızıl-ötesi alıcı-verici çiftleri olabilir.

4.6.3 Dönüş Sayaçları

Dönüş sayaçları hareket halindeki bir aksın açısal dönüşünü pozisyon bilgisi ve hız cinsinden ölçebilen araçlardır. Bunlardan hız ölçerler bir aracın tekerleklerinin ne kadar hızlı döndüğünü ölçerken, odometreler de toplam dönüş sayısını tutarlar. Kısmi veya tam bir dönüşü kaydedebilmek için dönüşü gerçekleştiren parçanın bir şekilde işaretlenebilmesi gereklidir. Genelde bu da, dönen cisme bir disk takılması ve yüzeyinin çentiklenmesi ile elde edilir. Diski yüzeylerine bir alıcı verici çifti yerleştirilir ve çentikler aralarından geçerken sayaç bir arttırılır.

Eğer disk üzerinde bir çentik varsa, bir tur tamamlandığı sırada kaydedilir. Bu şekilde bir düzeneğin faydası, sınırlıdır, çünkü çözünürlük düşük olduğundan fark edilebilecek en düşük birim tam bir döneştir. Ayrıca gürültü yüzünden bazı dönüşler tümüyle gözden kaçabilir. Bu yüzden genelde disk üzerine birden fazla çentik atılır ve detektör üzerine gelen ışık kaydedilir. Diskin üzerine çentikler açmaya alternatif olabilecek yöntemse diskin üzerine ışığı tümüyle soğuran bir boyayla ve yansıtan bir boyayla çizgiler çizmek ve yansımaları ölçmektir. Bu sistemde verici ve alıcı diskin aynı tarafına yerleştirilir.

İki yöntemde de algılayıcının çıktısı ışık yoğunluğunun bir dalga fonksiyonu olarak verilmesidir. Bu fonksiyonun dalga tepeleri sayılarak hız değerine ulaşılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken dönüş sayaçlarının pozisyon ölçümleri

arasındaki farkı kullanarak hem pozisyon hem de açısal hız ölçümü yaptıdır. Aracın hızının ölçümü için ise ya aktif bir tekerlekten ölçüm alınarak ya da robot tarafında sürüklenen pasif ir tekerleğin ilerleyişi ölçülerek sağlanabilir. Sadece hız ve pozisyon bilgisi kullanılarak görünürde karmaşık işler yapılabilir, bunlar arasında düz bir çizgide ilerlemek ve belli bir miktar dönmek sayılabilir.

Bu tip ölçümlerde rastalanan hatalar arasında tekerleklerin kayması - ki buna etkileyici gürültüsü/hatası diyebiliriz- ve çark mekanizmasındaki kaymalar ve tepmeler gelir. Dönüş sayaçları aracılığıyla belli bir oranda geri bildirim alınsa da belli oranda hata kaçınılmazdır.

4.6.4 Dik Şaft Ölçümleri

Dönüş yönünün belirlenmesi bir çok kereler gerekli olabilir. Örneğin eğer tekerleklerin yönü aniden değişirse robotun bunun farkında olması arzu edilen bir özelliktir. Bilgisayar Mouselarında da bu sistem kullanılır. Bu yöntem temel ışın kesilmesi yönteminin iki algılayıcı kullanılarak farklılaştırılmış bir şeklidir. Adımı da algılayıcılardaki vericiden kaynaklanan veri akışında 90 derecelik bir faz farkı olmasından kaynaklanır.

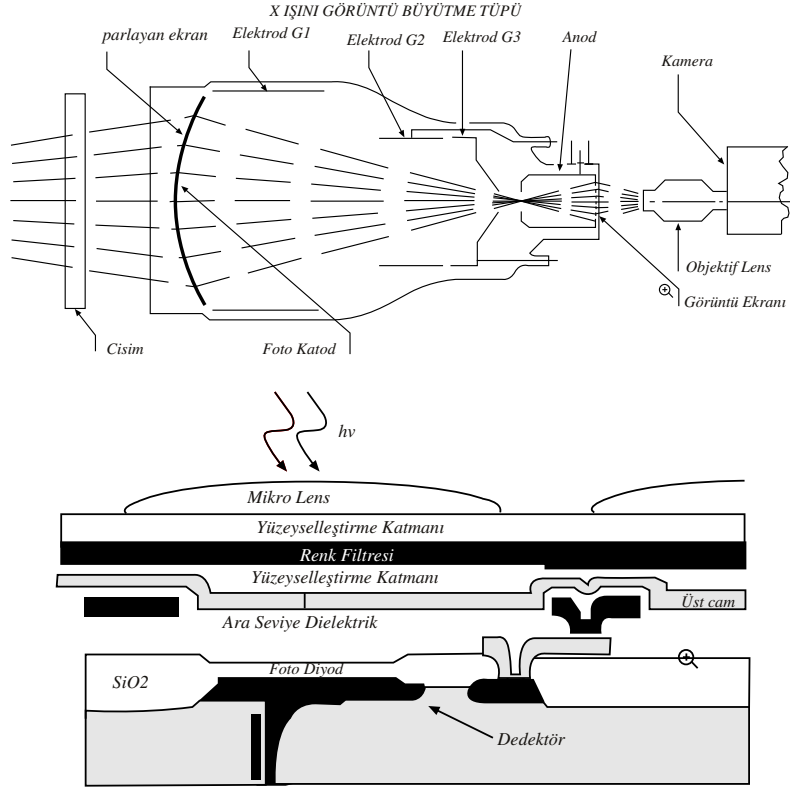
Bir önceki adımdaki çıktı ile iki kodlayıcının çıkışları karşılaştırılarak yön değişimi olup olmadığını anlayabiliriz. Eğer iki ünite her zaman biriminde örneklenirse sadece birinin durum değiştirdiği gözlemlenir (açıktan kapalıya), bunun sebebi aralarındaki faz farkıdır. Durumunu değiştiren şaftın döndüğü yön belirlenecektir ve bir sayaçın değeri arttırılacaktır.

Dik şaft ölçümünün kullanıldığı diğer alanlar dizler, omuzlar gibi karmaşık eklemleri olan robot kolları ve kartezyen robotlardır, bunlar bir aks üzerinde hareket eden kollara sahip büyük yazıcılarıdır.

4.6.5 Kızıl Ötesi Algılayıcılar

Kızıl ötesi algılayıcılar ışık tayfının gözle görünen ışıktan daha büyük dalga boyuna sahip bölümünde çalışırlar. Bu tip algılayıcılar aktif algılayıcıdır, bir veriinin varlığı gereklidir. İki şekilde de kullanılabilirler ışın keislmesi ve yansıma temelli algılayıcılar olarak. Robot uygulamalarında görülür ışığa tecih edilmelerinin sebebi, çevresel ışıktan daha az etkilenmeleri daha kolayca modüle edilebilmeleri ve görünmez olmalarıdır.

Mdoüle edilmiş kızıl ötesi ışınlar bir seri iletişim şekli olarak kullanılabilirler. IR modemlerin çalışma prensibi de budur. Bunu iki özel şekli vardır. Bit çerçeveleri, bu fikirde örnekeme her birtin taşınmasının ortasında gerçekleştirilir, bu fikirde her bitin aynı miktarda zamanda taşındığı fikri üstüne kurulmuştur. Bir diğer yöntem de bit aralıkları yönemidir. Bu yöne mticari olarak da daa yaygındır, bu yöntemde örnekleme iniş yapan kenardan alınır, örnekleme arasında geçen süre bir 1 mi yoksa 0m mı var olduğunu söyler.



4.6.6 Görüntü Algılayıcılar

İlk görüntü algılayıcı sistemler gümüş halide ve diğer bazı tuzların kullanımı ile yapılan fotografik filmler ile başlamıştır. Daha sonra fotoelektrik etkisi ve elektron ışını taranması etkileri gelmesi ile yeni algılayıcılar üretilmiştir.

Bunları takip ederek yarıiletken ekranlar, ve elektron ışını taraması fikri ortaya çıkmıştır. Şu anda da , görüntü yoğunlaştırıcılar gibi ara melez teknolojiler ortaya çıkmaktadır..

Tamamlayıcı yarı iletken metal oksitler (CMOS) eskiden çıplak hafıza yongaları olarak kullanılırken yeni hallerinde yonga üzerindeki kamera şeklinde kullanılmaktadırlar.

5 Sonuç

Robotlarla ilgili alanlar arasında algılayıcılar son derece geniş bir yer tutmaktadırlar. Bu sebepten algılayıcılar ile kapsamlı bir kaynak yaratabilmek bu metin için mümkün olmamıştır. Bu metnin okuyucuları olarak, bu metinde

yapacağınız iyileştirmeler ve eklemeler bu metnin dinamik bir metin olmasına büyük katkıda bulunacaktır.

6 Referanslar

Bu hazırlanan metin, Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Öğretim Üyesi Doç. Dr. Levent Akın'ın Cmpe 593 Autonomous Robots derslerinde sunduğu Algılayıcılar sunumu temel alınarak hazırlanmıştır.

- Ronald C. Arkin, Behavior-Based Robotics, MIT Press, 1998.
- Robot Sunumları, Algılayıcılar, Albert Ali Salah, 25 Ekim 2000, Boğaziçi Üniversitesi
- Carnegie Mellon Üniversitesi Robot Enstitüsü, Algılar ve Algılayıcılar dersi, Mel Siegel tarafından hazırlanan ders notları
- Brooke Clarke, algılayıcılar üzerine hazırladığı kapsamlı site

7 Bağlantılar

- Omega Endüstriyel algılayıcılarla ilgili kapsamlı bir site
- Motorola Sensors - Atalet, basınç ve duman algılayıcıları
- Sentech - Algılayıcı Dağıtıcısı
- Texas Instruments - Calculator Based Laboratory (CBL) -eğitimde kullanılan bir çok düşük maliyetli algılayıcıların üreticisi.
- Veriner Software - CBL ve genel eğitimde kullanılan algılayıcıların üreticisi
- Sensors Magazine - Tümüyle algılayıcılara ayrılmış olan bir dergi.
- Instrumentation & Control Systems - Endüstriye yönelik bir dergi ancak bir çok algılayıcı hakkında da bilgi bulunabilir
- Remote Measurement Systems - Algılayıcı teorisi ve ürünler
- Photonics Spectra - içerisinde son derece değerli bilgiler bulunan bir dergi. İçerisinde bir sözlük, alışveriş rehberi ve optoelektronik ürünler rehberi bulunuyor.
- MIT Lincoln Laboratory ile DARPA ortak programları
- Temic (Dalimer - Chrysler) Otomotiv Algılayıcıları
- Sensors and Actuators - Fiziksel algılayıcılar ile ilgili bir dergi



- Handy Board Robotics - Motorola tabanlı genel bir PC anakartı
- LEGO - Mindstorms - Dokunma ve ışık algılayıcıları
- TECHNIC CyberMaster - PC ile iki taraflı kızılötesi iletişimle ilgili bir bağlantı
- Honeywell Sensors - Çeşitli algılayıcılar
- PC Arayüzle Tomi Engdahl'ın sitesi
- NASA - Instrument and Sensing Technology - Spin-off Sensor Technology
- Lawrence Livermore National Laboratory
- Allen Bradley (Rockwell) Sensors - Varlık Algısı
- Sensors and Transducers - Bruce Carter
- Cornell Otonom Helikopter Projesi - Dünyanın manyetik alanı ile ilgili algılayıcılar kullanılıyor
- Russell Bik Design - elektrik alan algılayıcıları, 3 m mesafe ile odadaki insanların algılandığı bir sistem
- Remote Measurement Systems

8 Ürünler

- Hamamatsu UVTron Alev Detektörü R66-R2868
 - Gaz ve yağ yakan sistemler
 - Yangın alarmları
 - Ultraviyole geçişi
 - Gaz boşalmalarının farkedilmesi
- Sharp Kızılötesi Mesafe Ölçer GP2D02
 - Yansıtılan nesnenin yüzeyinden bağımsız
 - Mikrobilgisayarlara bağlanarak yüksek kesinlikte mesafe ölçümü
 - Kapalı durumda düşük akım kaybı



- Bir lens yardımıyla ölçüm mesafesinin arttırılabilmesi
- Devantech UltraSonik Mesafe Ölçer SRF04
 - 3cm ile 3m arasında ölçüm yapabilme yeteneği
 - Lynxmotion SRF04 kaplama ile beraber
- Eltec Piroelektrik Algılayıcı Paketi R3-PYRO1
 - Hayvan ve insan hareketlerinin algılanabilmesi
 - Mum gibi sıcaklık kaynaklarının tespit edilmesi
 - İnsan sıcaklığına kalibre edilmiş
- Polaroid Sonar Mesafe Ölçüm Paketi R14-SONAR1
 - 6500 mesafe ölçme modülü ve arayüz kablosu
 - Başlangıç seviyesi için uygun
- Micro Piezo Ciroskop R40-MX-9100
 - Toplam ağırlığı 0.57 oz
 - Düşük güç tüketimi 30 mA
 - Ayarlanabilir çarpan





- Hareketli parçaları olmadığı için yüksek güvenilirlikte
- Geniş bir sıcaklık tayfında çalışabilme
- LEGO Dönme Algılayıcısı L10-9756
 - Dönüş başına 16 ölçüm
 - 32768 birimlik tampon