

İNSAN ODAKLI HAREKET VE VARLIK ALGILAMA SENSÖRLERİ

Yrd.Doç.Dr. Necmi Cemal ÖZDEMİR
Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektrik Mühendisliği Bölümü, KOCAELİ
necmi.ozdemir@kocaeli.edu.tr

İsmail HÜRSES
SAOS TEKNOLOJİ
Steinel Türkiye Distribütörü
i.hurses@saosteknoloji.com.tr

Yüce ÖZGÜN
SAOS TEKNOLOJİ
Steinel Türkiye Distribütörü
yuce.ozgun@saosteknoloji.com.tr

ÖZET

Ofis, sınıf, konferans salonu, lavabolar ve dış ortam gibi farklı ortamlarda yeni teknolojiler ile donatılmış, akıllı varlık ve hareket sensörlerinin konvansiyonel(geleneksel) aydınlatma armatürlerine göre birçok üstün yanları vardır. Bunlar, yüksek algılama verimi, otomasyon sistemlerinde esnek kullanım, sadece aydınlatma kontrolü amacı haricinde de kullanım seçeneği ve ortamda bulunan insan sayısına göre farklı senaryolar üretmek için kullanılabilir. Bu teknolojilerin dış mekânlarda aydınlatma kontrolü kullanım amaçlarını incelediğimizde ise genellikle görevlerini yerine getirirlerken istenmeyen algılamaların oluşmasıdır. Bu noktada asıl olarak hedeflenen; kullanıcı konforunu korurken son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte otomasyon sistemleri ile bütünleşik akıllı sensörlerin sadece gerçekten ihtiyaç olduğunda kullanımınıdır. Geleneksel hareket ve varlık sensörleri sistemlerine kıyasla uzaktan erişilebilen, ayarları değişen koşullara göre adaptif olarak ayarlanabilen, uzaktan izlenebilen sensörler sunduğu imkânlar ile oldukça fazla noktada akıllı bina uygulamalarında tercih edilen sistemler olmaya başlamışlardır. Bu makalede insan varlığının ve hareketinin tespiti ile aydınlatma kontrolü hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler- Varlık Sensörü, Hareket Sensörü, İnsan Varlığı Dedektörü

1. GİRİŞ

Çoğu kullanıcı için varlık sensörü kavramı şunu ifade etmektedir; kullanıcı, aydınlatması ve diğer bağlı sistemleri varlık sensörü ile kontrol edilen bir hacme girdiğinde hiç hareket etmese dahi sensörün onu algılamasını beklemektedir. Ancak gerçekleşecek olan durum şudur; varlık sensörü ilk hareketle aydınlatma ve bağlı sistemleri tetikleyecek ve kendisinin bu devreleri açık tutması için ayarlanan süreyi sayımını başlatmasını sağlayacaktır. Örnek olarak 3 dakika olan bu süre zarfında sensör, algıladığı her harekette bu süreyi sıfırlayarak tekrar saymaya başlayacaktır.

Ancak bu 3 dakika içerisinde şu örneğin yaşanması çok olasıdır; bilgisayarınızın ekranında bulunan uzun bir makaleyi çok dikkatlice odaklanarak, hareketsiz bir şekilde okuduğunuzu varsayalım ve çok ufak ta olsa hareket ettiğinizi ancak sensörün bu hareketinizi yakalayamadığınızı düşünün. Teknik olarak beklentimiz ne olurdu? Biz o odada bulunduğumuz için varlık sensörünün aydınlatmaları açık tutması olurdu değil mi? Ancak ne yazık ki yukarıdaki koşullar gerçekleşirse varlık sensörümüzün tam olarak isminden bekleneni yapmadığını bu 3 dakikalık süre içerisinde aydınlatmanızı kapatmasından anlayacaksınız.

Bunun temel sebebi aslında varlık sensörü olarak pazarlanan ve satılan ürünlerin tamamının teknik olarak hareket sensörü ile aynı elektro-optik veya sinyal yankısı mantığında algılama yapmasıdır. Evet, çalışma ve işletme koşulları markadan markaya hatta aynı markanın ürünleri arasında bile değişiklik gösterebilir ancak varlık sensörü de hareket sensörü gibi işlevini sürdürebilmek için ayarlanan zaman aşımı süresi içerisinde hareket algılamak zorundadır. Kullanıcı ortamda var olsa dahi hiç hareket etmeden sabit bir şekilde durursa varlık sensörü onu algılayamaz. Bu konuda üretici tarafı kendini anlatmakta zorlayan, kullanıcı tarafından da durumun net şekilde anlaşılmasını zorlaştıran temel sebep aslında “varlık sensörü” kavramına yüklenen anlamdır. Varlık sensörü yurt dışında “presence sensor” ya da “presence dedector” olarak anılmakta ve bu ürünlerin kullanım yeri olarak yürüyüş gibi büyük hareketlerin olmadığı ancak klavye-fare kullanımı gibi küçük çaplı hareketlerin bulunduğu ofis-sınıf gibi yerler tercih edilmektedir. Bunun sebebi varlık sensörlerinin ortamda büyük hareketler olmasa da hareketin algılanma ihtiyacını karşılayan “bulunurluk sensörü” olarak kullanılmasıdır. İronik olan durum ise sensör üretici firmaların bile kimi zaman kendi ülkelerinde bu durumu anlatmakta aynen bizim yaşadığımız problemleri yaşıyor olmasıdır.

Hareket ve varlık sensörü üreten firmaların ürünlerini tanımlamalarında birkaç farklı yöntem göze çarpmaktadır. Örneğin sensörlü aydınlatmanın ve hareket sensörlerinin aydınlatmada kullanımının mucidi olan firma ve diğer birkaç firma hareket ve varlık sensörlerini şöyle tanımlamaktadır. Hareket sensörü ortam aydınlatma seviyesi olarak ayarlandığı

seviyenin altında bir aydınlık değeri ölçüyorsa ve algılama alanı dâhilinde herhangi bir hareket algılsa aydınlatmaları açacaktır. Ve beklendiği gibi algılama alanı dâhilinde gerçekleşen her harekette çalışma süresini sıfırlayarak ortamın kullanım süresi boyunca aydınlık kalmasını sağlayacaktır. Ancak ortama doğal ışık ulaşabiliyorsa ve bu çalışma süresi içerisinde gelen doğal ışık sayesinde sensörün ayarlandığı ortam aydınlık seviyesinin üstünde bir aydınlığa ulaşırsa genel beklenti olarak sensörün aydınlatmayı kapatmasını bekleriz. Fakat hareket sensörü sadece ilk tetikleme anında ortamında aydınlık kondisyonunu kontrol edip sonra bu kontrolü çalışma süresi bitene kadar inaktif olarak beklettiği için ortam istenilen seviyenin üzerinde aydınlansa da hareket devam ettiği sürece aydınlatmalar açık kalacaktır. Bu durum doğal aydınlığa sahip olmayan veya sahip olsa da kullanım anında çok fazla etkisi görünmeyen mekânlarda, örneğin wc hacimleri, kapalı otoparklar, koridorlar, asansör holleri, merdivenler gibi alanlarda olumsuz bir duruma sebep olmamaktadır, hareket devam ettiği sürece aydınlatmanın açık kalması bu gibi alanlarda kullanıma hitap eden bir uygulama olduğu için sorun yaşanmayacaktır.

Ancak ofis, sınıf, toplantı salonu, çok fazla doğal ışık alan koridor veya galeri holü gibi mekânlarda hareket olsa dahi asıl olarak istenilen sadece yetersiz aydınlatma koşullarında sensörün devreye girmesidir. Yani tam olarak bir önceki paragrafta bahsettiğimiz sebepten dolayı hareket sensörleri bu mekânlarda tasarruf yapmak yerine gereksiz enerji sarfiyatı yapabilmektedir. Bu tarz mekânların aydınlatma yönetimine göre oluşan ihtiyaç sonucu üretilen sensör tipi varlık sensörüdür. Varlık sensörleri de hareket sensörleri gibi

belirli bir aydınlatma seviyesi eşiğine göre çalışacak şekilde ayarlanırlar. Bu çalışma kondisyonu için de yine hareket sensörlerinde olduğu gibi bir çalışma süresi ayarlanır ve varlık sensörü uygun koşullar altında algıladığı ilk hareketle bağlı olduğu yükleri devreye alır. İşte bu noktadan sonra varlık sensörünün farkı ortaya çıkacaktır. Varlık sensörü algı alanında bulunan her hareketle aydınlatmayı açık tuttuğu süreyi sıfırlamaktadır ancak hareket sensöründen farklı olarak aynı zamanda ayarlandığı ortam aydınlık seviyesini de sürekli olarak kontrol etmektedir. Ve algı alanında sürekli hareket algılasa dahi bulunduğu ortam daha önce ayarlanan ortam aydınlık eşiğini aştıysa bağlı olduğu yükleri kapatacaktır. Temel olarak pek çok üretici firmanın üretimi olan sensörlerindeki fark budur. Hareket sensörü ilk hareketle tetiklenir ve ayarlandığı süre içerisinde hareket devam ettiği sürece aydınlatmayı açık tutar. Varlık sensörü ise ilk hareket ile tetiklendikten sonra algılama alanı içerisinde hareket devam etse de öncelikli olarak aydınlatma kondisyonunun durumuna göre karar verip yeterli aydınlatma varsa bağlı olduğu aydınlatmayı kapatır.

Bununla beraber alternatif bir sistem benimsemiş üreticilerde de göz ardı edilmemesi gereken bir çalışma yapısı vardır. Bu üreticilerin ürünlerinin hepsi varlık sensörü mantığı ile çalışır. Yani hareket olsa da yeterli ışık varsa aydınlatmayı kapatır. Bu üreticilere göre hareket ve varlık sensörlerinin ayrımı ise hareketin algılanma hassasiyetine dayalıdır. Bu hassasiyet farkı infrared sensörlerin çalışma prensibinde bahsettiğimiz gibi anahtarlama noktaları sayesinde elde edilen çözünürlüğe dayalıdır. Bu çözünürlük Fresnel lensinin yapısı ve kalitesi, elektronik komponentlerin kalitesi ve bu iki

yapıyı eşgüdümlü olarak süren yazılımın başarısı ile elde edilir. Bu yapıyı benimsemiş olan firmalar için varlık sensörü kavramı sensörler arasındaki algılama hassasiyetinin farkından ibarettir ve evet, diğer yapıdaki varlık ve hareket sensörleri gibi bu algoritmayla çalışan sensörler de aydınlatmayı açık tutabilmek için ufak ta olsa mutlaka harekete ihtiyaç duymaktadır. Bazı sensör üretici firmalarda ise hareket sensörleri pazarlama seçeneği olarak sadece hareket algılamaya yönelik üretilmiştir.

Bu ürünlerin aynı zamanda ortam aydınlığını kontrol etme opsiyonları genellikle ek bir aydınlık sensörü ile sağlanmaktadır. Bu yapıda üretim yapan firmalar bilinen hareket veya varlık sensörleri gibi çalışan, hem hareketi hem ortam aydınlığı kontrol eden cihazlarına ise multi-sensör vs. gibi kullanıcıya tatminkâr şekilde açıklanması gereken yeni kavramlar üretir.

1. KAMERA BAZLI İNSAN VARLIĞI SENSÖRÜ

Kullanıcılar tarafından talep edilen, hareket olmasa bile insan varlığını algılayacak varlık sensörü teknolojisi ise günümüzde ulaşılan noktada görüntü işleme teknolojisi ile sunulan sensörlerde bulunmaktadır. Ar&Ge ve prototip üretim aşamasını tamamlamış olan İnsan Varlığı Dedektörü bu ihtiyaca cevap sunmayı hedefleyen bir üründür. [1]



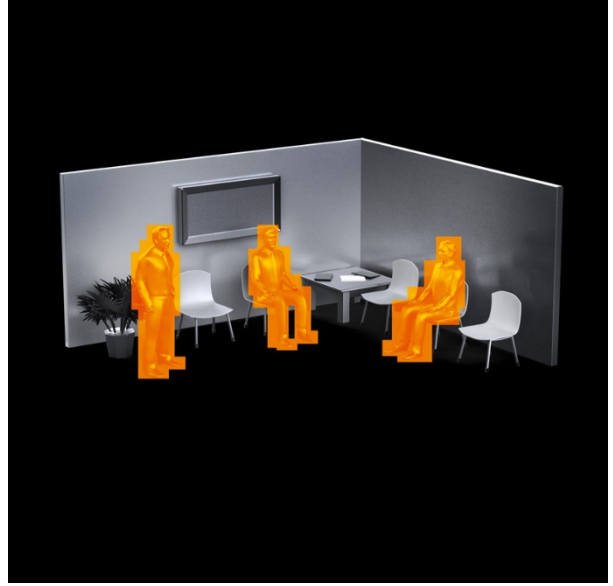
Şekil 1 – Kamera Bazlı İnsan Varlık Sensörü

2017 yılının 4. Çeyreğinde satışa sunulması beklenen bu ürün kamera bazlı bir sensördür ve yüklü olan insan formu verileri ile anlık olarak izlediği görüntüyü “görüntü işleme algoritmalarını” kullanarak eşleştirmektedir ve teorik olarak mümkün görünen “hareket etmese de insan varlığının algılanması” sonucunu size sunmaktadır. Bu sistem bazı kamera üreticisi markalarda denenmiş ve hali hazırda kullanılsa da amaç size sadece görüntü işlemedeki farklılıklardan ortaya çıkan ve yüzdelerle verilere göre oluşan tetiklemeleri sunmak değil ortamda bulunan insan sayısını saymak, 5 ayrı bölgeye bölünebilen mekanda hangi bölgede kaç kişinin bulunduğunu bildirmek ve bunları yaparken evcil hayvan veya motorlu araç gibi diğer hareketli objelere tepki vermeden “hareket etmese bile sadece insan” algılama tepkisi vermektir. [2]



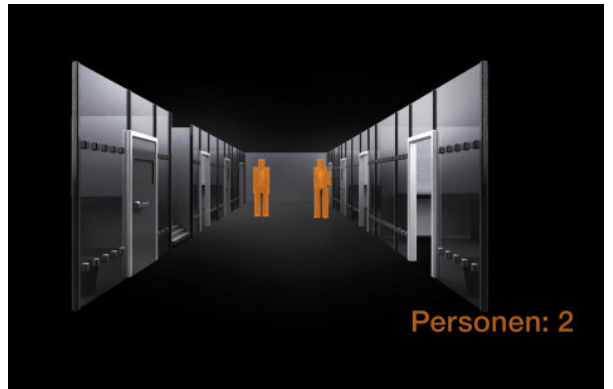
Şekil 2 – Algilama alanını isteğe bağlı olarak belirleme ve sadece insan algılaması

Yukarıdaki şekilde gösterildiği üzere insan varlığı sensörü tüm odayı denetlemekte ve görüntü işleme analizi ile sadece insanları algılamakta, objeler veya kedi, köpek gibi hayvanları algılamamaktadır. Bu noktada sensör ortamda kaç adet insan bulunduğunu da net bir şekilde raporlayabilmekte, buna göre senaryo çalıştırmanıza izin vermektedir.



Şekil 3 – İnsan algılama animasyonu

Özellikle akıllı bina sistemlerin ortamdaki kullanıcı sayısının artmasına, sıcaklık ve nemlilik değerlerine göre senaryolarını adaptif olarak değiştirmesine olanak veren bu teknoloji bizim için zor elde edilen ve gün geçtikçe daha da yüksek maliyet içeren enerjinin odaklı tüketimine fayda sağlayacaktır. İnsan varlığı dedektörü kendi bünyesinde bulunan sıcaklık ve nemlilik sensörleri ile tek üründe çoklu çözüm sağlamaktadır.

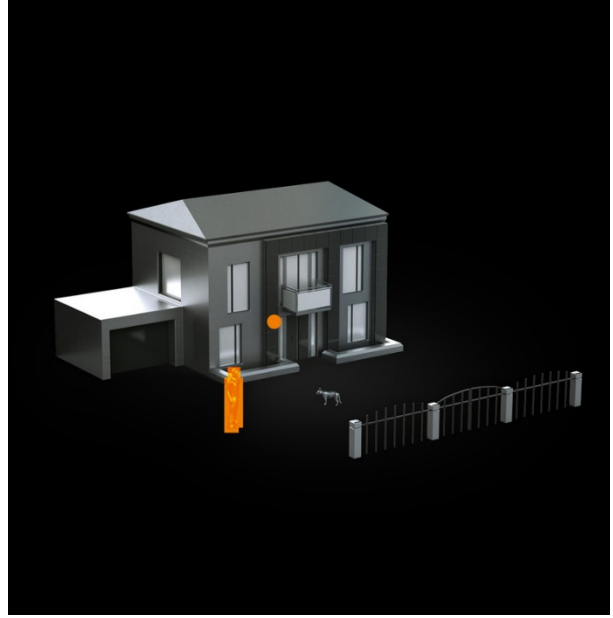


Şekil 4 – Menzil içerisinde algılan kişi sayısı



Şekil 5 – BMS'e bilgi aktarımı

Ayrıca dış ortam kullanımında normal koşullarda aydınlatma kontrolü gibi uygulamalarda kullanılan HPD 2 belirlenen saatten sonra güvenlik sensörü olarak da hizmet verebilecek kapasitededir. PIR sensörlere göre farklı karakteristikte olan kamera ile algılama yöntemi ile evcil hayvan, sallanan ağaç, rüzgârda uçan objeler gibi istenmeyen algılamalara sebep olabilecek etkenleri göz ardı ederek, sadece algılama alanına giren insanlara tepki gösterecektir.[3]



Şekil 6- Dış ortamda İnsan sensörü kullanımı

HPD 2 gibi kamera bazlı algılama sistemleri algoritmaları ne şekilde olursa olsun gelecek yıllarda daha çok karşımıza çıkacak varlık ve hareket algılama sensörleridir. Varlık sensörü olarak adlandırılan sistemler arasında bu tanımı en çok hak eden teknoloji aslında bu teknolojidir. Oluşan hareketlere veya ortam değişimlerine bağımsız olarak “hareket etmese dahi” insan algılayan bu sistem, insan odaklı varlık sensörünü en iyi anlatan uygulamadır. Günümüzde neredeyse tüm kamera sistemleri görüntü eşleştirme ya da görüntüde hareket eden yüzdelik alan yöntemi ile buna benzer veriler sağlayabilmektedir. Bizler için önemli olan bu sistemlerin bize en düşük hata payı ile istediğimiz veriyi sunabilmesidir.[4]

2. AKILLI YÜKSEK FREKANS TEKNOLOJİLİ HAREKET SENSÖRÜ

Günümüzde hâlihazırda sıklıkla kullanılan hareket algılama teknolojilerinden biri de Yüksek Frekans Doppler sistemli hareket sensörleridir. Bu sensörler 5,8 GHz ISM bandında yayın yaparak ortamdan dönen

yayın yankısını gözlemler. Yankı haritasında herhangi bir değişim olursa bu değişimi hareket algılaması olarak nitelerler ve bağlı oldukları yükü çalıştırırlar.

Genellikle radar sensör olarak adlandırılan bu sensör tipi ile sensörün yayın gücü ve bu yayını değerlendirme başarısı ile daha hassas algılama yapılabilmektedir. Örneğin pek çoğumuzun karşılaşmış olduğu, üzerinde lens bulunduran PIR sensörlere doğru gerçekleşen hareketlerde algılamada performans kaybı gözlenir. Bu infrared sensörlerin elektro-optik mimarilerinin bir dezavantajıdır. Yüksek frekans sensörlerde bu dezavantaj oluşmamakta, sensöre yatay ya da dikey tüm hareketler istikrarlı olarak aynı mesafeden algılanmaktadır. Bu durum yüksek frekans sensörlerin merdiven boşlukları ve koridor gibi genellikle sensöre doğru dikey hareketlerin gerçekleştiği alanlarda PIR sensörlere göre daha verimli çalışmalarını sağlar.

Ayrıca radar sensörler ince objelerin arkasında gerçekleşen hareketleri algılayabilir. Örneğin; bir cam duvarın arkasını rahatlıkla algılayabilirler ya da kompozit malzemeden yapılmış wc kabinlerinin arkalarını algılayarak 4 kabin bulunan tüm wc hacminde sadece tek sensör ile algılama kontrolüne imkan verirler. Ahşap, alçıpan, cam, kompozit malzemelerin arkasından algılama yapabilmelerinin bir avantajı da bu gibi malzemelerin kullanıldığı tavanlarda sıva üstü veya sıva altı montaj

Ancak bu teknolojilerini sınırlayan bir faktör de bulunmaktadır. Yüksek frekans sensörlerin hareket algılamak için yaptıkları yayınlar, karşılaştıkları metal yapılardan olumsuz olarak etkilenmektedirler.

Sensör tarafında yapılan yayın metal bir yüzey ile karşılaştığında ya başka bir yöne

yansıtılmakta ya da metal yüzey tarafından soğurulmaktadır. Bu da sensörün kararsız çalışmasına sebep olabilmektedir.

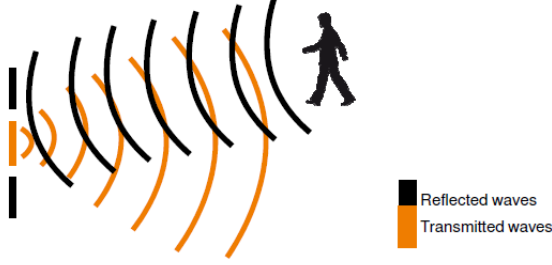
Yüksek frekans sensörlerin dış ortamda kullanılmasını engelleyen faktör ise bu sensörlerin hareket eden tüm nesnelere algılamalarıdır. Örneğin bir ağaç dalının rüzgârda sallanması veya bahçe kapısının rüzgârda salınımı ya da evcil hayvanların sensörün algı menzili içinde hareketleri radar sensör tarafından kolaylıkla algılanabilmektedir.

Bu olumsuz durumun çözümü için geliştirilen akıllı radar sensör kendi teknolojisinde bir buluş olarak insan odaklı hareket algılama sistemlerinin ilk örneği oluyor. [5]



Şekil 7 –Gelişmiş Yüksek Hareket Frekans Sensörü

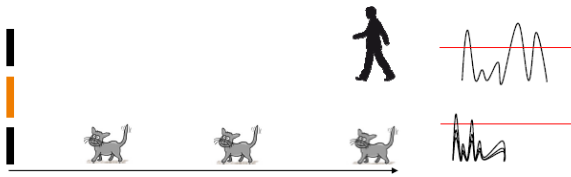
iHF 3D olarak adlandırılan akıllı yüksek frekans sensörler aslında diğer radar sensörler gibi 5,8 GHz bandında <1mw altında yayın yapıyor. Ancak diğer radar sensörlerden ayrılan özelliği bu yayını bir antenden yapması ve farklı pozisyonlarda konumlandırılmış diğer iki antenden bu yayının yankı haritasını oluşturması.



Şekil 8 – Gelişmiş Yüksek Hareket Frekans Sensörü Algılama Sinyal Simülasyonu

Farklı antenlerden toplanan yankı bilgileri birbirleri ile karşılaştırılarak yatay düzlem üzerinde hareket eden objelerin konumu ve hangi yöne hareket ettiği belirlenmektedir.

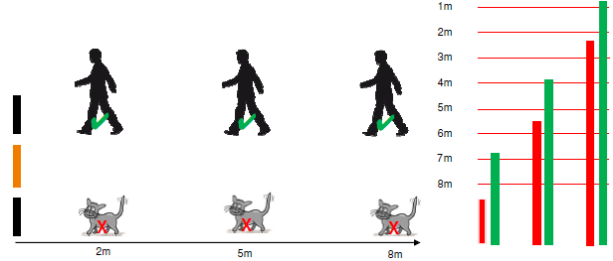
Bu algılama teknolojisinin en büyük özelliği hareket eden objelerin yankı haritasındaki iz büyüklüğünün hesaplanabilir olmasıdır. Bu sayede hareket eden objenin bir insan veya daha büyük bir obje olduğu anlaşılır ve bu bilgiye istinaden sensör kontrol ettiği devreyi açar. Bu bize dış ortamda kullanılan ilk radar sensörün zıplayan bir basketbol topunun ya da sensörün önünden geçen bir kedinin sensör tarafından çok net bir şekilde algılanması da istenilen büyüklükte olmamasından dolayı tetiklemenin gerçekleşmemesini sağlar. [6]



Şekil 9 – Gelişmiş yüksek frekans sensörünün insan ve diğer küçük canlılar için eşik değeri optimizasyonu

Aynı şekilde kedi ve insan aynı mesafelerde sensöre yaklaşsalar da sensör iki objenin radar iz farklarının büyüklüğü algılama eşiklerinin farklılığına istinaden kedinin algılanmamasına insanın ise

algılanmasına sebep olacaktır.



Şekil 10 – Gelişmiş yüksek frekans sensörünün insan ve diğer küçük canlılar için eşik değeri optimizasyonu

Bu karşılaştırma sisteminin bir avantajı da bulunduğu konumdan hareket etmeyen ancak aynı konumda sensörün algılayabileceği oranda salınım yapan objelerin (ağaç, direk, vs) algılanmasını engellemektir.

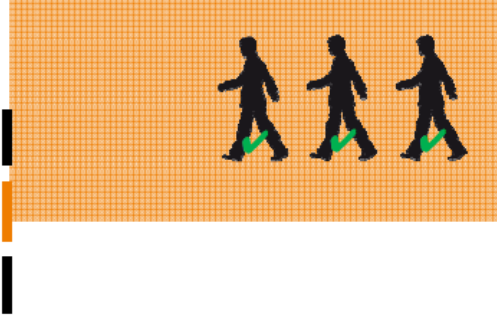


Şekil 11 – Gelişmiş YF hareket sensörünün salınım bir ağaca tepki vermemesi

Aynı noktada salınım yapan bir ağaç sadece rüzgâra bağlı olarak sallanacak ancak herhangi bir yöne ilerlemeyecektir. Akıllı radar sensör aslında ağacın her hareketini algılayacak ancak barındırdığı algoritma ile ağacın sallandığını ancak hareket etse dahi ilerlemediği için algılamaya yeterli olan eşik değerini geçmeyeceğinden algılama gerçekleşmeyecektir. [7]

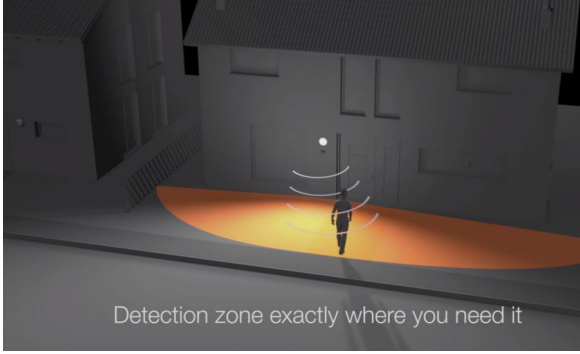
Tüm bu hesaplamalar sayesinde hareket eden obje gerçekten bir insan büyüklüğünde ve

insan karakteristiğinde yürüyüş hareketleri yapıyorsa sensör dış ortamda bile konumlandırılrsa algılama net şekilde gerçekleşecektir.



Şekil 12 – Yüksek frekans sinyallerinin çözülmesi sayesinde sinyal yankı hacmine göre insan veya küçük canlı tespiti

Bu sistem özellikle hassas algılama menzili sınırlandırmalarında ciddi anlamda başarılı sonuçlar sunmaktadır. Yeni nesil akıllı radar sensör algılama alanını 3 farklı yönde kontrol edebilmekte, sınırlandırabilmekte ve hassasiyetini değiştirmektedir.



Şekil 13 – Gelişmiş Yüksek frekans sensörünün sadece belirlenen alanda insan algılaması

Örneğin bir apartmanın caddeye bakan kapısında bu sensör kullanılırsa sadece belirlenen alanda algılama gerçekleşecektir. Bu alan dışında gerçekleşen hareketler de menzil içerisinde olduğu sürece algılanacak ancak kullanıcının belirlediği menzil dışında ise sensör bağlı olduğu devreyi

aktifleştirmeyecektir. Yoldan geçen bir araba, yan binadan çıkan bir insan veya bahçede bulunan bir kedi sensör tarafından algılansa da kontrol devresi çalıştırılmayacaktır. [8]



Şekil 14 – Gelişmiş Yüksek frekans sensörünün evcil hayvan algılamaması

Bu sistem tam olarak insan odaklı hareket sensörünün tanımını yerine getirmekte, ek olarak ülkemizde de sıklıkla rastlanan şekilde hareket sensörlerinin hatalı algılama yapmasının önünde geçecektir.

Akıllı radar sensörün algılama menzil kontrolü ise oldukça kolay ve yalın şekilde sağlanabilmektedir. Akıllı telefonlar ile eşleşen akıllı kumanda ile grafik ara yüzü kullanarak, görsel olarak menzili ayarlayabilirsiniz. Bu size tam olarak çalışmasını istediğiniz şekilde işletme kolaylığı sağlayacaktır.

Aşağıdaki görüntülerde algılama alanı içerisinde turuncu olarak işaretlenmiş alan algılamanın tetikleneceği alanı ifade eder. Diğer boş kalan alanda ise algılama gerçekleşir ancak belirlenen sınır dışında kaldığı için algılama tetiklenmez.



Şekil 15 - Gelişmiş Yüksek frekans sensörünün mobil uygulama üzerinden menzil ve hassasiyetinin ayarlanması

Dış ortamda kullanılan akıllı radar sensör teknolojisi yakın gelecekte bina önlerinde kişisel, açık otoparklarda ise kamusal enerji tasarrufu ve konfor konusunda yarar sağlayacaktır. Bu sensörler sayesinde insan veya araç bazlı algılamalar gerçekleşebilecek, tek sensörle çok sayıda hareketli obje takip edilebilecek hatta objelerin yaklaşma ve uzaklaşma yönlerine ya da sensöre buldukları mesafelere göre uygun senaryolar çalıştırılarak akıllı binalara, hatta akıllı şehirlere enerji tasarrufu ve konfor konusunda katkıda bulunacaktır. İnsan odaklı hareket sensörlerinin gelişen teknolojileri daha da kararlı hale geldikten sonra belkide gelecekte güvenlik sensörleri olarak PIR sensörlerin tahtını alacaktır...[9]

Çok ta uzak olmayan geçmişte hareket sensörleri sadece apartman önleri ve wclerde kullanılırken şimdilerde tüm kamu binalarında, ofislerde, okullarda hatta evlerimizin içindeki koridor ve

merdivenlerde bile kullanılır hale geldi.

Ancak burada gerçekleşen en önemli atılım gelişen yazılım mühendisliğinin aslında algılama karakteristikleri birbirlerine çok yakın olan ürünlerin devrimsel şekilde yenileşmesine hatta bir buluş olarak karşımıza gelmesine sebep olması. Artık neredeyse aynı komponentler, aynı teknolojiler ile çok daha uzaktan, çok daha kontrollü bir alanda çok daha hassas bir şekilde insanların ortamda bulunurluğu ya da hareketlerinin algılanması sağlanabiliyor.

Günümüzde ve yakın gelecekte hareket ve insan bulunurluğu algılamada bizlere en verimli sonuçları üretecek olan kamera bazlı insan varlığı sensörünün ve akıllı yüksek frekans tabanlı radar hareket sensörünün üretim maliyetleri teknolojinin gelişimine paralel olarak düştükçe şu an kullanmakta olduğumuz pasif infrared okuma, yüksek frekans sinyal yankısı ve ultrasonik ses yankısı teknolojilerinin önüne geçmesine kesin gözüyle bakabiliriz.

Akıllı binalarımızda, hatta akıllı şehirlerimizin kamusal alanlarında, yollarında, parklarında bu teknolojiler kullanıldıkça bizim kullanım alışkanlıklarımız onların yazılımsal eksiklerini kapatmasını sağlayacak ve insanoğlu kendisine konfor ve enerji tasarrufu sağlayan teknolojisini kendisini daha iyi algılayabilmesi için yaşam tarzıyla birlikte geliştirecektir.

KAYNAKLAR

[1] <http://www.utdallas.edu/~cxc123730/Sensors-2015.pdf>

[2] <http://ieeexplore.ieee.org/document/1578729/?reload=true>

[3] https://books.google.com.tr/books?id=v483f0KvBEIC&pg=PA4&lpg=PA4&dq=human+recognition+systems+camera&source=bl&ots=XbPf5FKeuW&sig=kiLF_ySU7qwnWe7qCyavOfoB7mU&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwiO9OKymLPWAhVB1xoKHSqABS44ChDoAQgtMAE#v=onepage&q=human%20recognition%20systems%20camera&f=false

[4] https://books.google.com.tr/books?id=3n5-6PcxuhYC&pg=PA275&lpg=PA275&dq=human+recognition+systems+camera&source=bl&ots=qNagxaJIo8&sig=z1CEaX_8tXTATBSIZuGqMH-JyEA&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwiO9OKymLPWAhVB1xoKHSqABS44ChDoAQg_MAQ#v=onepage&q=human%20recognition%20systems%20camera&f=false

[5] <https://i-magazin.at/7032/sensoren-f%C3%BCr-eine-perfekte-geb%C3%A4udeautomation>

[6] Http://contenido.steinel.de/professional/upload/110045919_Broschuere_KNX_UK_V2.pdf?_ga=2.73480208.309196497.1496187256-1152220900.1496050623

[7] <http://knxtoday.com/2014/04/3780/steinel-professional-offers-innovative-and->

[versatile-knx-presence-detectors.html](#)

[8] <http://www.steinel-professional.de/en/about/ihf-3d.html>

[9] <http://www.steinel-professional.de/en/sensors/motion-detectors/ihf-3d-knx-white.html>