

Proje Ana Alanı : YAZILIM
Proje Tematik Alanı : YAPAY ZEKÂ
Proje Adı (Başlığı) : DERİN ÖĞRENME GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNOLOJİSİ KULLANARAK, VAKUM YARDIMIYLA SIGARA İZMARİTİ TOPLAYAN ROBOT “İZMO”

Özet

Sigara insan sağlığının en büyük düşmanlarından biridir. Koroner kalp hastalıklarından ve kanserlerden ölümlerin %30'u, akciğer kanserlerinin ise %80'i sigara içimine bağlanır. Kronik bronşit, amfizem gibi kronik akciğer hastalıklarının oluşumu ve bu hastalıklardan ölüm riski de sigara içimi ile artar. İçilen her sigaranın yaşam süresini 5 ½ dakika kısalttığı bildirilmiştir. Sigara içenler yanında, sigara içmeyen ancak sigara dumanını soluyan pasif içiciler de sigaranın yol açtığı zararlara maruz kalmaktadırlar. Sigara içmek; sebep olduğu hastalıkların tedavisi, kendi ücreti ve erken ölümlere neden olması açısından dikkate alındığında; bireysel ve toplumsal ekonomiyi etkileyen zararlı bir alışkanlıktır. [1]

Sigara, sağlığa zararının yanı sıra duman ve izmaritleriyle çevreyi de kirletmektedir. Doğada, yaşam alanlarından, özellikle deniz kıyıları ve şehirlerden toplanan çöpün yaklaşık yüzde 30-40'inin, sigara izmaritlerinden olduğu tespit edilmiştir. Her yıl doğaya yaklaşık 4,5 trilyon izmaritin atıldığı tahmin edilmektedir. Izmaritlerin çevreye sayılamayacak kadar çok zarar verdiği bilinmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda özellikle, bitkilerin gelişmesini engelleyerek çimelerin büyümeye oranını yaklaşık yüzde 10, yoncaların gelişme oranını ise yüzde 27 düşürdüğü öne sürülmüştür.[2]

Tüm bu bilgilerin ışığında, bu çalışmada, sigara konusunda toplumsal farkındalık yaratmak ve çevre temizliğine katkıda bulunmak amacıyla İZMO adı verilen, yapay zeka görüntü işleme teknolojisi ile eğitilen model kullanılarak donanım bilgisayarı, motor sürücüsü, kamera, vakum motoru ve vinç kolu yardımıyla çevreye duyarlı, sigara izmariti toplayan bir robot tasarlanıp üretilmiştir.

Yapılan deneyler ile İZMO'nun aktif olarak kullanılabilirliği gösterilmiştir.

İZMO, sigara izmariti toplama amaçlı geliştirilmiştir ancak eğitildiğinde istenilen tüm nesneleri toplayabilecek durumdadır.

Anahtar kelimeler: Yapay zeka, derin öğrenme, görüntü işleme, nesne tanıma, otonom temizlik robottu

Amaç

Bu çalışmanın amacı, yapay zeka görüntü işleme teknolojisi ile eğitilen model kullanılarak sigara izmaritlerini hızlı, seri, hijyenik bir şekilde toplayıp çevre sağlığına zarar verilmesini engelleyecek yeni bir akıllı robotun üretilmesidir.

Giriş

Doğada, yaşam alanlarından, özellikle deniz kıyıları ve şehirlerden toplanan çöpün yaklaşık yüzde 30-40'ının, sigara izmaritlerinden olduğu tespit edilmiştir. Her yıl doğaya yaklaşık 4,5 trilyon izmaritin atıldığı tahmin edilmektedir. Izmaritlerin çevreye sayılamayacak kadar çok zarar verdiği bilinmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda özellikle, bitkilerin gelişmesini engelleyerek çimlerin büyümeye oranını yaklaşık yüzde 10, yoncaların gelişme oranını ise yüzde 27 düşürdüğü öne sürülmüştür.

Sigara izmaritlerinin toplanmadan birikmesi, çevre kirliliği yaratması, özellikle yere atılan izmaritlerin yarattığı kirlilik, hem insan sağlığını hem de hayvan ve bitki sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Sigara izmaritlerinin temizlenmesi ve toplanması ise ayrı bir sorun yaratmaktadır. Bunun için belediyeler ya da bu iş için görevlendirilmiş özel kurum/kuruluşlar çevre temizliğinin yapılması amacıyla, temizlik işçilerini çalıştmaktır; bu iş için zaman ve emek harcanmaktadır. Özellikle geniş alanlarda işçilerin kullandığı alet ve teçhizat, yüksek maliyetler ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, izmaritlerden çevreye yayılan kötü kokular sebebiyle birçok olumsuzluklar meydana gelmektedir. Bu duruma neden olan izmaritlerin, toplanarak temizlenmesi için bir sistem geliştirilmesi ihtiyaç duyulmuştur.

Bu çalışma, yapay zeka görüntü işleme teknolojisi ile eğitilen model yardımıyla; bilgisayar devresi, kamera, vakum motoru, motor sürücü ve vinç sistemi kullanılarak, çevreye duyarlı, vakum yardımıyla sigara izmariti toplayan robot ile ilgilidir.

Teknikte var olan genel temizlik robotları incelendiğinde, temizlik için çalıştırılan işçi maliyetlerini azaltacak, izmaritleri hızlı, seri, hijyenik bir şekilde toplayabilen yeni bir robot geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur. Temizlik işçileri belediyeler tarafından çevre düzenleme ile ilgili farklı işlere yönlendirilerek işsiz kalmaları engellenip enerjilerini daha yararlı kullanmaları sağlanacaktır.

Teknikte genel temizlik robotları ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır ancak bunlar spesifik olarak sigara izmariti toplamaya yönelik değildir.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan JP2019121364A sayılı Japonya patent dokümanında; konut ortamı ya da bir evde bağımsız olarak dolaşan ve belirli bir alanda kontrol ünitesine bağlı olan bellekte depolanan algoritmayı kullanarak genel temizleme işlemleri yapan mobil robottan bahsedilmektedir.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan KR20020092757A sayılı Kore patent dokümanında; insansız ve kablosuz bir yapay zeka elektrikli süpürgesinden bahsedilmektedir.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan CN108634862 sayılı Çin patent dokümanında; akıllı bir elektrikli süpürge kontrol yöntemi ve ayrıca akıllı elektrikli süpürge sisteminden bahsedilmektedir. Akıllı elektrikli süpürge sistemi; bir ana kontrol modülü, bir yol planlama modülü, bir konum elde etme modülü, bir temizleme modülü, bir hareketli modül, bir mesafe algılama modülü, bir engel tespit modülü, bir güç kaynağı modülü, bir toz emme modülü ve bir şarj modülü ve ayrıca bir ayar modülü, mekanik kol cihazı ve iletişim modülü içermektedir.

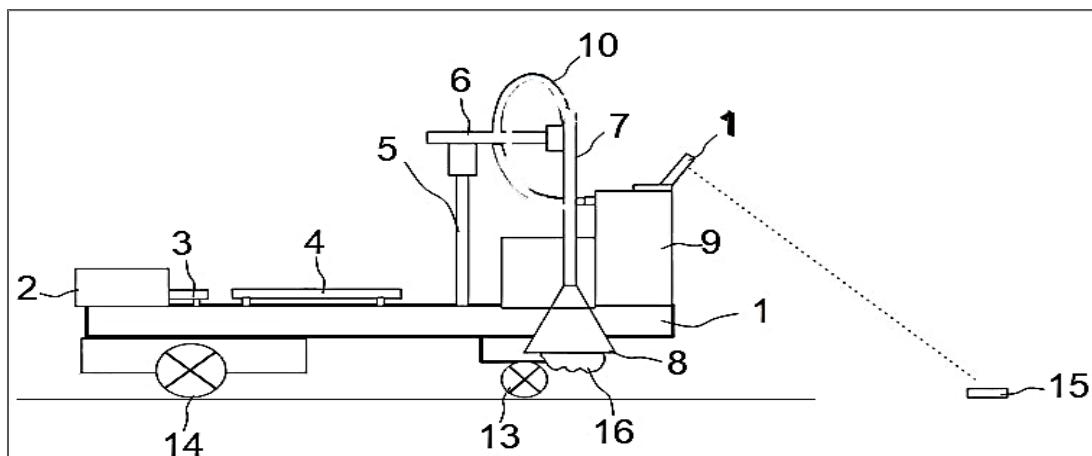
Tekniğin bilinen durumunda yer alan CN106388739 sayılı Çin patent dokümanında; temizleme araçları alanına ait olan tam otomatik elektrikli paspastan bahsedilmektedir.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan US4294595 sayılı Birleşik Devletler patent dokümanında; kendi kendini kapatabilen, tıkanmış olan delikleri açabilmek için kullanılan bir elektrikli süpürge sisteminden bahsedilmektedir.

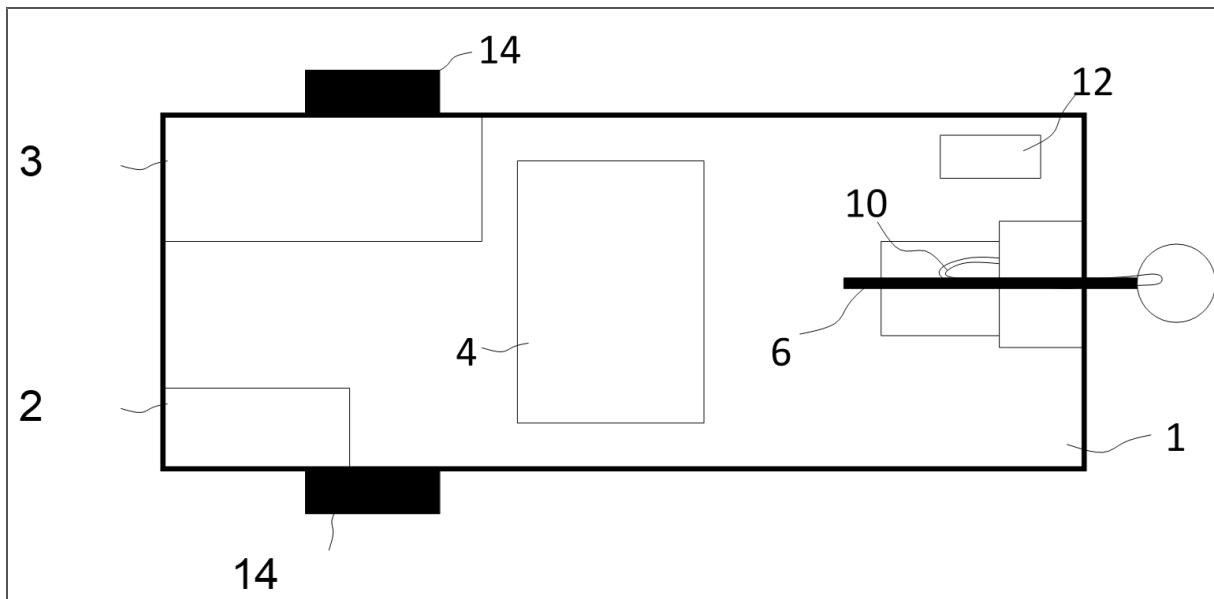
Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında robot İZMO adıyla anılacaktır.

Yöntem

Bu çalışmanın amaçlarına ulaşmak için gerçekleştirilen görüntü işleme teknolojisi kullanılarak vakum yardımıyla sigara izmariti toplayan ve İZMO adı verilen bir robot tasarlanıp üretilmiştir. Robotun üretimi ve çalışma prensibi Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1: İZMO robotun yandan şematik görünümüdür.



Şekil 2: İZMO robotun üstten şematik görünümüdür.

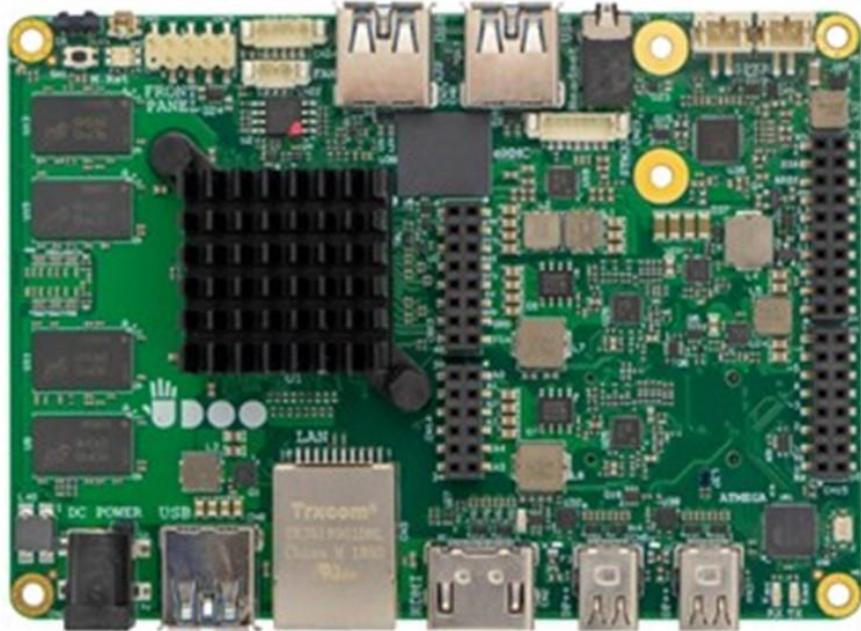
Şekillerde yer alan parçalar tek tek numaralandırılmış olup, bu numaraların karşılıkları aşağıda verilmiştir.

1. Gövde,
2. Atık izmarit kutusu
3. Donanım bilgisayarı ve motor sürücüsü
4. Yapay zeka bilgisayarı (UDOO X86 II)
5. Vinç ayağı
6. Vinç kolu
7. Vakum kolu
8. Vakum
9. Vakum motoru
10. Elastik hortum
11. Kamera
12. Elektronik sistem
13. Ön tekerlek
14. Arka tekerlekler
15. Sigara izmariti
16. Vakum balonu

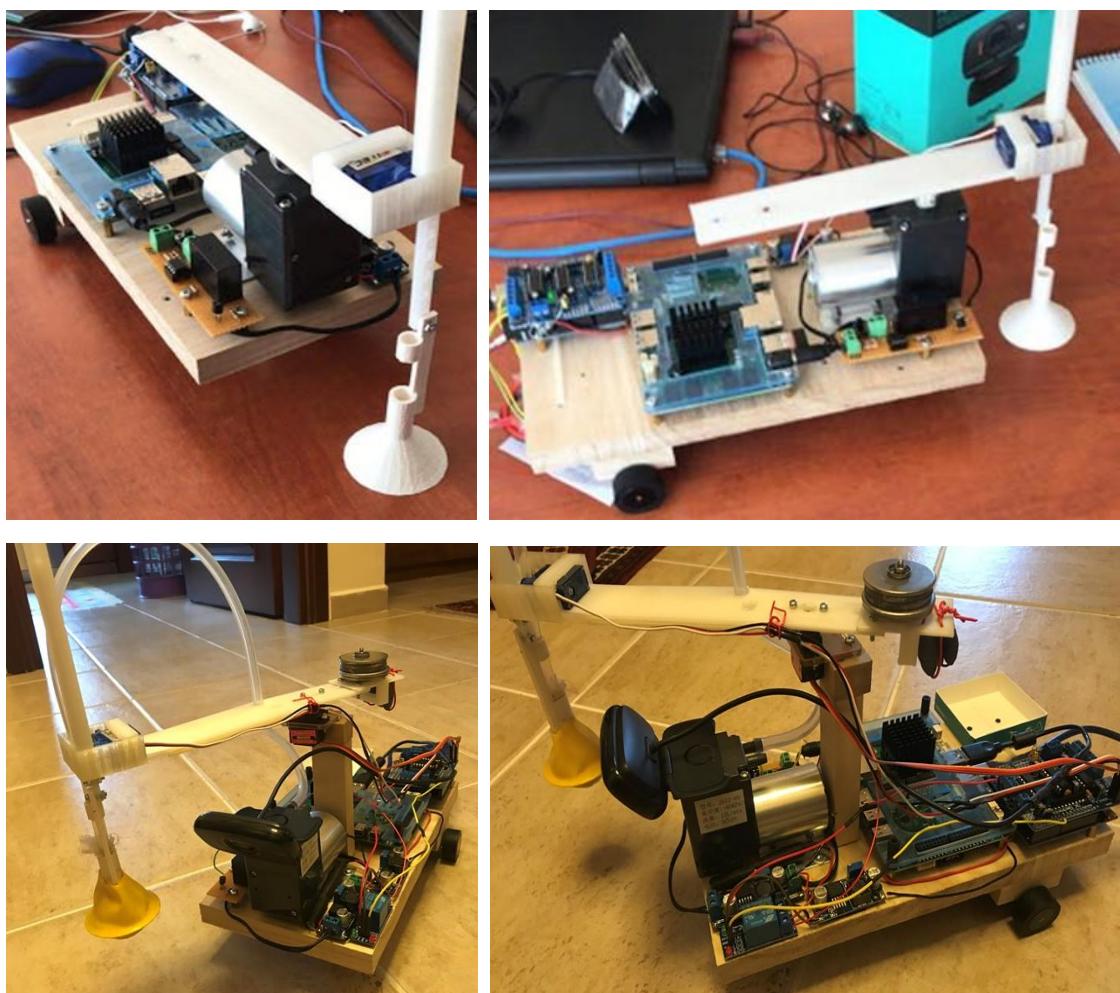
İZMO,

- sistemde yer alan dikdörtgen prizma şeklindeki ana gövde (1),
- gövde (1) üzerinde yer alan ve gövdenin (1) köşe kısmına konumlandırılmış içi boş atık izmarit kutusu (2),
- gövde (1) üzerinde yer alan ve boş atık izmarit kutusu (2) ile zıt konumda bulunan donanım bilgisayarı ve motor sürücüsü (3),
- gövde (1) üzerinde yer alan; atık izmarit kutusu (2) ile donanım bilgisayarı ve motor sürücüsü (3) belirli bir aralık uzağında yer alan yapay zeka bilgisayarı (4),
- gövde (1) üzerinde yer alan ve yapay zeka bilgisayarının (4) belirli bir aralık uzağında konumlandırılmış gövdeye göre dik biçimde duran silindirik şeklindeki vinç ayağı (5),
- bir ucu vinç ayağı (5) ile bağlantılı ve vinç ayağına (5) dik konumda bulunan vinç kolu (6),
- bir ucu vinç kolu (6) ile dik bağlantılı diğer ucu zemine yakın duran silindirik şeklindeki vakum kolu (7),
- vakum kolu (7) ucunda bulunan ve zemindeki sigara izmaritini (15) toplamayı sağlayan vakum (8),
- gövde (1) üzerinde yer alan ve düzlemsel olarak boş atık izmarit kutusu (2) ile donanım bilgisayarı ve motor sürücüsü (3) zıt konumda bulunan ayrıca vakumun (8) çalışması için gerekli enerjiyi sağlayan vakum motoru (9),
- bir ucu vakum (8) ve diğer ucu vakum motoruna (9) bağlı olan silindirik şeklindeki elastik hortum (10),
- vakum motoru (9) üzerine konumlandırılmış ve yolu gözlemlemek için eğik şekilde duran kamera (11),
- gövde (1) üzerinde yer alan ve vakum motorunun (9) yanında bulunan elektronik sistem (12),
- gövde (1) ile zemin arasında yer alan ve gövdenin zeminde hareketini sağlayan top şeklinde 360 derece dönebilen ön tekerlek (13),
- gövde (1) ile zemin arasında yer alan ve gövdenin zeminde hareketini sağlayan ayrıca ön tekerlek (13) arkasında bulunan arka tekerlek (14),
- vakum kolu (7) ve vakum(8) ucunda bulunan ve zemindeki sigara izmaritini (15) toplamayı sağlayan vakum balonu (16),

icermektedir.



Resim 1: Yapay zeka bilgisayarı kart görünümü (Udoō) [5]



Resim 2: İZMO yapım aşamalarından görüntüler

UDOON X86 II Intel tarafından tasarlanmış Dört Çekirdekli 64-bit yeni nesil x86 işlemciler ile donatılmış mini bir PC özelliğindedir. [5]

Tablo 1: Proje İş-Zaman Çizelgesi

İşin Tanımı	AYLAR										
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	
Literatür Taraması- AR-GE	X	X	X	X	X	X	X	X			
İZMO tasarımlı			X	X							
Malzeme alımları					X	X	X				
Proje montajı							X	X	X		
Yazılımların yapılması							X	X	X		
Deneysel (Training)							X	X	X		
Proje Raporu Yazımı									X	X	
Patent Başvurusu									Başvuru no: 20113		

Deneysel - Bulgular

İZMO; bir ana gövde (1) içermektedir. Ana gövde (1) sistemde yer alan tüm parçaları taşıdığından sağlam yapıdadır. Sistemde yer alan yapay zeka bilgisayarı (4); eğitilen model üzerinden tüm sistemi kontrol eden ünitedir. Kameranın (11) çektiği görüntüler bilgisayarda işlenir ve nesne tanıma için eğitilmiştir. Kameranın (11) çektiği görüntüler ile İZMO sigara izmaritine (15) doğru yönelmiştir.

İZMO'da yer alan elektronik sistem (12); sistemin anahtarlama ve voltaj-akım gibi düzenlemelerini yapan kısımdır. Sisteme gelen voltaj değerleri buradan kontrol edilmiş ve sabit gelmesi sağlanmıştır. Sistemde yer alan donanım bilgisayarı ve motor sürücüsü (3) sistemin hareketli kısımlarını ve kontrolünü oluşturan ünitedir. Donanım bilgisayarı ve motor sürücüsü (3) içerisinde yer alan motorlar; sağa, sola, öne ya da arkaya hareketini sağlamaktadır.

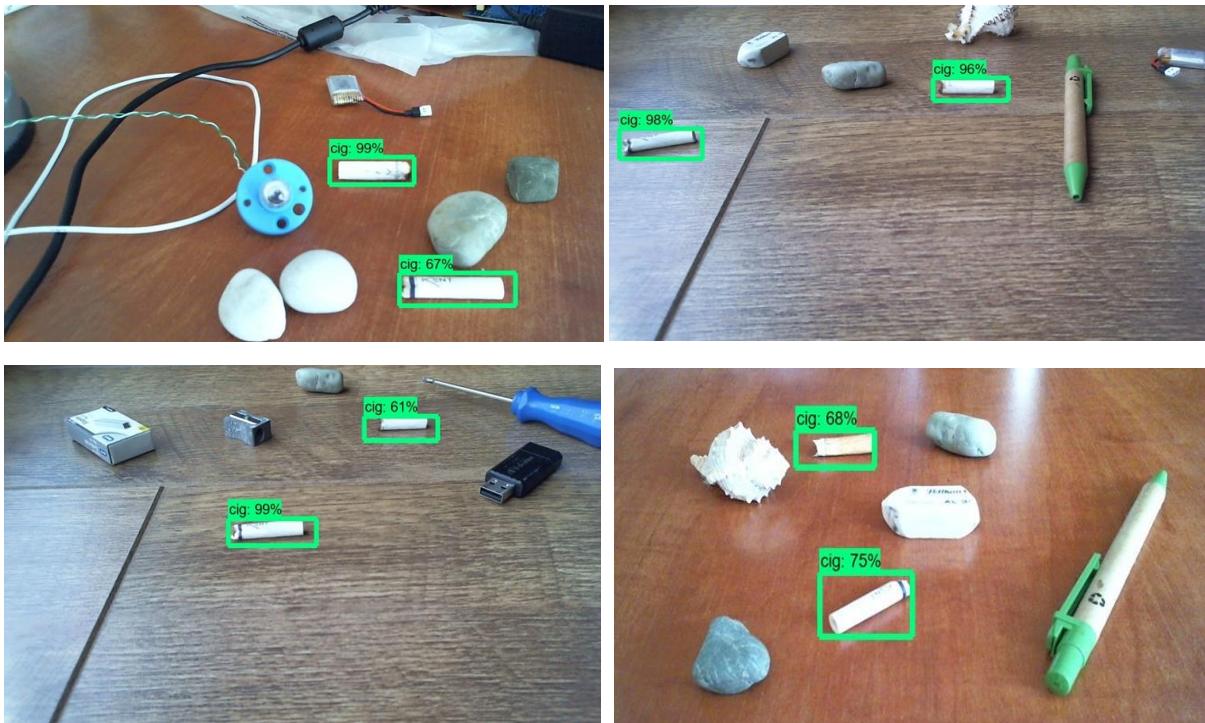
İZMO; önce kamera (11) yardımı ile derin öğrenme yaparak sigara izmaritinin (15) yerlerini tespit etmeyi öğrenecektir. Bu aşamada robotun üzerindeki kameralyla (11) temizlik çalışması yapılacak bölgede çeşitli büyüklükteki değişik sigara izmaritlerinin (15) görüntüleri yakından uzaktan ve orta mesafeden resim çekilerek örnekler oluşturulmuştur.

Resimlerde sigara izmaritleri (15) dikdörtgen içine alınarak işaretlenmiştir. İşaretlenen bu örnekler kullanılarak derin öğrenme yöntemiyle robot eğitilmiştir (Deep Learning Training). Eğitilme aşaması bitince robot resimlerdeki hangi nesnenin bir sigara izmariti (15) olduğunu hangi nesnenin farklı olduğunu ayırt edebilir duruma gelmiştir.

Derin öğrenme eğitiminde (Deep learning training) farklı yer zeminleri ve farklı küçük objelerle birlikte değişik sigara izmaritleri sisteme tanıtılmıştır. Bu çalışma için 100'e yakın resim çekilerek, içindeki sigara izmaritlerinin yerleri işaretlenmiştir. Çekilen resimlerdeki sigara izmaritlerinin %80'i eğitim (training) setine dahil edilmiştir, %20 de test setine dahil edilmiştir. Tensorflow deep learning framework'u kullanılarak kayıp değer fonksiyonu (loss function) 2 değerinin altına inene kadar training'e devam edilmiştir.

Sigarayı yerden almak için granül toplama (Granular Jamming) yöntemi kullanılmıştır. Bu teknik kullanılarak vakum balonunun içinde bulunan küçük partiküllerin arasındaki hava emilerek vakum sağlanmıştır. Denemeler sırasına partikül olarak türk kahvesi, pirinç tanesi ve nescafe tanecikleri kullanılmıştır.

İZMO; eğitildikten sonra ikinci olarak, temizlik yapılacak alanda sahaya bırakıldığından sürekli resimler çekerek sigara izmaritini (15) algılamıştır. Algılanan sigara izmaritinin (15) konumunu da görebildiğinden, robot; sigara izmaritine (15) doğru hareket etmiştir. Sigara izmaritine (15) yeterince yaklaşlığını son çekmiş olduğu resimdeki sigara izmaritinin (15) boyutundan algılamıştır. Bu aşamada robot vakum kolunu (7) sola döndürerek izmaritin hizasına getirip ve sonrasında vakumu (8) izmaritin (15) üstüne doğru indirmiştir. Vakum balonu (16) izmariti (15) yere doğru sıkıştırmıştır. Vakum balonu (16) yere deðdiðinde vakum motoru (9) çalışmış oluþan vakumla birlikte izmarit (15) vakum balonunun (16) alt yüzeyine yapışmıştır. Daha sonra vinç kolu (6) ve vinç ayağı (5) hareket ettirilerek; vakum balonuna (16) yapışık halde bulunan sigara izmaritinin (15) atık izmarit kutusu (2) içerisinde atılmıştır. Izmarit (15) atık izmarit kutusu (2) içerisinde atıldıktan sonra vinç ayağı (5) yardımı ile vinç kolu (6) tekrar eski durumuna dönmüştür. Bırakma sonrasında operasyon başa dönmüştür. Bulunduğu yerden alınan sigara izmariti (15) sayısı belli bir sayıya ulaştığında, yani atık izmarit kutusu (2) dolduðunda, İZMO; çöpü boşaltmak için daha önce belirlenmiş bölgeye doğru hareket etmiş ve işlemi tamamlamıştır.



Resim 3: İZMO derin öğrenme nesne tanıma deneyleri

Sonuç ve Tartışma

Yapılan deneyler sonucunda İZMO'nun görüntü algılaması %50'nin üzerinde olduğu durumlarda izmariti tespit edip görevini yerine getirdiği gözlemlenmiştir. İZMO'un deneyler sonucunda geliştirilen yönleri aşağıda belirtilmiştir.

İzmaritleri bulmak için derin öğrenme (deep learning) ile eğitilen model, çalışırken (run time) beklenenden daha fazla zaman harcamaktaydı, sistemde kullanılan Udoo ancak 10 saniyede algılama işlemini tamamlayıp bir sonraki adıma geçebilmekteydi. İşlemin hızını artırmak için istemci-sunucu (client-server) modeli kurgulanıp devreye alınmıştır. Bu modelde Udoo resim çeker ve çektiği resmi sunucu (server) bilgisayara iletir. Gelen sonuca göre bir sonraki adıma geçer. Bu yöntemde her işlem adımı 4 saniye olmaktadır. Sunucu (server) bilgisayar üst seviye yüksek GPU kapasitesine sahip bir bilgisayar olarak seçildiğinde bu süresinin 1 saniyeye inebileceği ön görülmektedir.

Çekilen resimlerin boyutu 1024x576 olarak belirlenmiştir. Bu ebatların daha altına inildiğinde işlem hızlanmaka ancak algılama başarısı düşmektedir.

Vincin dönüsü sırasında atalet yüksek olduğundan kolları dengelemek için kullanılan ağırlıkların servo motorun pozisyonunu kaydirdiği gözlemlenmiştir. Bunun önüne geçebilmek için vincin dönüsü yazılımla yavaşlatılmış ve kaydırma engellenmiştir.

Öneriler

Vakum pompası enerjisini doğrudan LiPo pil'den almaktadır. Güçün açılıp kapanması Arduino'ya bağlı bir röle tarafından gerçekleştirilmektedir. Röle "low"da "on" olduğundan ve sistem ilk açıldığında Arduino'nun çıkışında "low" konumu gerçekleştiğinden Vakum pompası başlangıçta geçici olarak çok kısa bir süre boşta çalışmaktadır. Burada hazır Arduino rölesi kullanmak yerine daha uygun röle sistemi kullanılabilir.

İzmariti yerden alan vinç sisteminde sürekli (continuous) servo motor kullanılmaktadır ancak bu tür servo motorların hassasiyetinin düşük olduğu bilinmektedir. Yapılan deneyler sonucunda continuous servo motor yerine uygun bir dişli sistemiyle normal bir servo kullanılmasının daha uygun olacağı gözlemlenmiştir.

Robotta kullanılan tekerlek çapı biraz küçüktür. Engebeli arazide daha rahat hareket etmesi için mekanum tekerlek kullanılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Yıldız,L., Kılıç H., “Sigaranın Klinik ve Biyokimyasal Etkileri”, T Klin Tıp Bilimleri 2000, 20
- [2] <https://turmepa.org.tr/getmedia/a084c1fc-12c6-4f37-afcb-27589599d58b/DT-49.pdf?ext=.pdf>
- [3]https://www.researchgate.net/publication/262676217_Robotic_Granular_Jamming_Does_the_Membrane_Matter
- [4] <http://faculty.neu.edu.cn/yury/AIITextbook/DeepLearningBook.pdf>
- [5] <https://www.udoo.org/udoo-x86/>

Patentler

- <https://patents.google.com/patent/JP2019121364A/en?oq=JP2019121364A>
- <https://patents.google.com/patent/KR100580951B1/en>
- <https://patents.google.com/patent/CN108634862A/en?oq=CN108634862>
- <https://patents.google.com/patent/CN106388739A/en?oq=CN106388739>
- <https://patents.google.com/patent/US4294595A/en?oq=US4294595>

Ekler

- EK 1-** İZMO Arduino code
- EK 2-** İZMO Client code
- EK 3-** İZMO Server code