Fırat Üniversitesi Uzay ve Savunma Teknolojileri Dergisi
1(1), 133-136, 2022 Araştırma Makalesi

Dört Rotorlu Uçan Robotik Sistem Üzerinden Sinir Ağı Kullanılarak Nesne Tespit Edilmesi

Object Detection Using Neural Network on Quadrotor Flying Robotic System

Şahin YILDIRIM[1], *Burak ULU*[2]

[1]Mekatronik Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi, Kayseri
sahiny@erciyes.edu.tr

[2]Mekatronik Mühendisliği Bölümü
Erciyes Üniversitesi, Kayseri
burakulu@erciyes.edu.tr

Özetçe

Multirotor mikro hava araçları, birçok otomatik inceleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu araçların geniş görüş açılarına sahip olmaları ve hızlı olmaları bu konudaki en önemli avantajlarıdır. Bu deneysel çalışmada, bir elma bahçesinde mahsullerin incelenmesinde kullanılmak üzere tasarlanan bir uçan robotik sistem ile nesne tespiti gerçekleştirilmiştir. Bunun için otonom olarak belirli bir yörüngeyi takip eden robotik sistem üzerinden elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Bu görüntüler geliştirilen 2 ve 4 katmanlı sinir ağ modeli ile tahminlenerek doğruluk oranları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sonraki aşamada geliştirilecek derin öğrenme modeli için umut verici olmuştur.

Abstract

Multirotor micro aerial vehicles are used in many automated inspection operations. The most important advantages of these vehicles are that they have wide viewing angles and that they are fast. In this experimental study, object detection was performed with a flying robotic system designed to be used in the examination of crops in an apple orchard. For this, images obtained from the robotic system that autonomously follow a certain trajectory were used. These images were estimated with the developed 2 and 4 layer neural network model and their accuracy rates were examined. The results obtained were promising for the deep learning model to be developed in the next stage.

1. Giriş

Meyvelerin ilaçlanması, incelenmesi ve hasadı son derece yoğun emek gerektiren ve maliyetli bir işlemdir. Çoğunlukla işgücüne dayalı olan bu işlem için işçi bulma sıkıntısı ve işin verimliliği giderek artan bir problem haline gelmiştir. Özellikle meyvelerin büyüme dönemindeki incelemeler; rekoltenin tahmin edilmesi ve hastalıklara erken müdahale konusunda son derece önemlidir. İşgücüne dayalı geleneksel yöntemde verim ve zaman kayıpları çok büyük olabilmektedir. Bu sebeple, meyve bahçelerinin incelenmesi için otonom robotik sistemlerden faydalanmak önemli bir kazanım olacaktır. Özellikle dron tipi insansız hava araçları hem hız açısından hem de sağlayabileceği faydalar bakımından süreçle ilgili sorunlara çözüm olarak sunulabilecektir. Fakat, dar koridorlardan oluşan meyve bahçelerinde hava araçlarının otonom olarak yörünge takip etmesi konusunda bazı problemlerde bulunmaktadır. Özellikle uçan sistemin konumlandırılması en önemli problemlerden bir tanesidir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen yapay zeka destekli uçan robotik sistem ile elma bahçesinde gerçekleştirilen nesne tespiti çalışması bu alanda umut verici önemli sonuçlar elde etmiştir.

Genel olarak görsel inceleme konusu bilgisayarlı görünün bilinen bir alt alanıdır. Bu alandaki problem ve yöntemlere genel bir inceleme yapmak için örnek referanslara bakılabilir [1-3]. İnsansız hava aracı (İHA) ile hedef takibi, istihbarat, gözetleme ve keşif gibi görevler için sıklıkla kullanılmaktadır [4]. Önerilen bu çalışmada uçan robotik sistem için kısıtlayıcı problem uçuş alanının ağaçlar ile sınırlı dar koridorlar olmasıdır. Bunun için optimum yörüngede belirlenen görevi yerine getirmek üzere tasarlanan quadrotor uçan robotik sistemin, uydu sinyalinin olmadığı veya yetersiz olduğu kısmen kapalı bir ortamda (örneğin ağaçlık bölge) konumunu tespit edebilmesi gerekmektedir. Bu konuda literatürde çeşitli çalışmalar [5-7] bulunmakta ve özellikle gerçek zamanlı kinematik yöntemi ve sensör füzyon tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Eşanlı konumlandırma ve haritalama (EKVH) üzerine yapılan çalışmalardan biri olan Kok [8]'te, genişletilmiş kalman filtresinin (GKF) araç üzerindeki kameradan elde edilen görüntülerin özelliklerini kullanarak farklı nirengi noktaları elde etmek için görüntü sensörleriyle donatılmış tekli ve çoklu robotlarda EKVH probleminde tutarlı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. İnsansız hava araçları (İHA) ile nesne tespiti, diğer nesne tespit yöntemlerine göre zor bir görev olduğundan, nesne tespit performansı; görüntü kalitesi, görüntünün yerden ne kadar uzakta çekildiği gibi faktörlere bağlıdır [9].

Bu bildiride, meyve bahçelerinde üretim aşamalarının kontrolü amacıyla; meyve tespiti ve analizi için geliştirilen sinir ağı modeliyle nesne tespiti uygulamasıyla ilgili sonuçlar

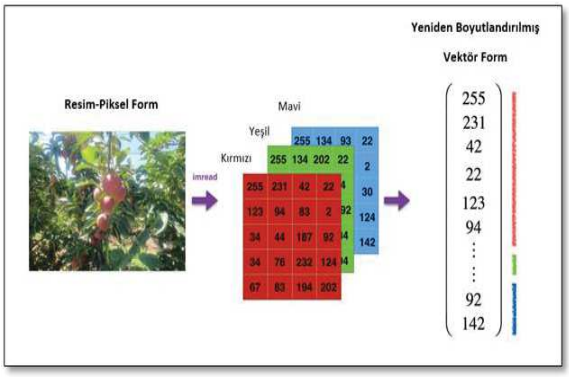
değerlendirilmiştir. Bu görevi yerine getirmek için uçan robotik bir sistem geliştirilmiştir. Bu robotik sistem, meyve ağaçlarından oluşan koridorlarda belirlenen yörüngeyi otonom olarak takip edebilecektir. Robotik sistemin deneysel çalışmaları için Kayseri'nin Yeşilhisar ilçesinde bir elma bahçesi belirlenmiştir. Bu uygulamadaki amaç, elma ağaçlarından oluşan koridorlar arasında robotun istenilen yörüngeyi takip ederken kamerayla elde ettiği görüntülerden de elma tespit etmesi olarak belirlenmiştir. Bu deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar ile geliştirilecek olan ileriki modellerde elmaların büyümesi ve hastalık belirtileri gibi veriler ile meyve bahçesinin durumu hakkında sonuçların elde edilmesi mümkün olacaktır.

2. Metodoloji

Meyve bahçelerinde bulunan koridorlarda belirlenen yörüngeleri izlemek üzere tasarlanan uçan robotik sistemin, elmaları yapay zeka destekli görüntü işleme yöntemiyle analiz etme çalışması şu adımlarda gerçekleştirilmiştir: Adım 1: Robotik sistem üzerinden bahçeden veri toplanması, Adım 2: Sinir ağ modelinin eğitilmesi, Adım 3: Sinir ağ modelinin test edilmesi.

2.1. Robotik Sistem Üzerinden Bahçeden Veri Toplanması

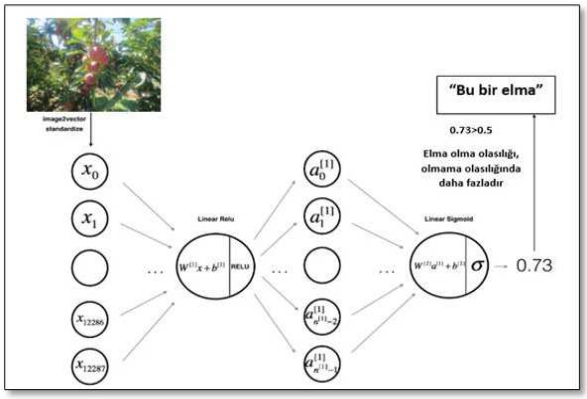
Çalışmanın ilk aşamasında, Ağustos-Kasım ayları arasında olgunlaşan elmalardan yaklaşık 1000 adet görüntü, kamera uçan sistemin üzerindeyken uçuş yörüngesinde manuel olarak elde edilmiştir. Daha sonra bu görüntüler Şekil 1'deki gibi önce 64x64x3 boyutu ile okunup [12288,1] boyutlu uygun formata dönüştürülerek veri setleri oluşturulmuştur. Bu veri seti uygulama için yazılan python kodları ile uyumlu çalışabilmesi için h5py formatına dönüştürülmüştür. Ayrıca uygulama için kodlar jupyter notebook platformunda çalıştırılmıştır. İlk aşamadaki deneysel çalışmada resimde elma olup olmadığını gösteren 2 ve 4 katmanlı sinir ağ yapısı test edilmiştir.



Şekil 1: Resmin piksel formundan vektöre dönüşümüne örnek.

2.2. Sinir Ağ Modelinin Eğitilmesi

Bu deneysel çalışmada, 2 katmanlı ve 4 katmanlı olarak oluşturulan sinir ağ modelleri veri seti içerisinden seçilen 96 örnek resimden oluşan eğitim setiyle ile eğitilmiştir ve 24 resimden oluşan test seti ile de model test edilmiştir, Şekil 2. Sinir ağ modeli, girdi olarak sunulan resmi %50'nin üzerinde bir doğruluk ile elmaya benzettiğinde çıktı olarak bunun bir elma olduğuna karar vermektedir. Bu çalışma kapsamında sinir ağ modelinin elmayı tespit etmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçların doğruluğu karşılaştırılarak modelin başarısı incelenmiştir. Bu çalışmanın sunduğu bulgular ile model daha da geliştirilerek elde edilen görüntülerde kaç tane elma olduğu ve hastalık durumları da belirlenebilecektir.



Şekil 2: Sinir ağ modelinin genel görünümü

2.3. Sinir Ağ Modelinin Test Edilmesi

Sinir ağ modelinin eğitilmesi ve test edilmesi için elma bahçesinden toplanan görüntülerin orijinal boyutları 800x600x3 şeklindeydi. Fakat bu deneysel çalışma kapsamında sınırlı işlemci kapasitesi de göz önünde bulundurularak hızlı sonuç elde etmek adına resimler 64x64x3 boyutuna dönüştürülmüşlerdir. Aşağıda Şekil 3(2)'te, 64x64x3 çözünürlüğe dönüştürülmüş test için kullanılacak bir elma resmi gösterilmektedir. Bu test örneği için sinir ağ modelinin doğruluk oranı %73 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar çalışma için umut verici olmakla birlikte eğitimde kullanılacak örnek sayısının ve görüntü kalitesinin artırılması ile bu oran çok daha yüksek seviyelerde olacaktır.

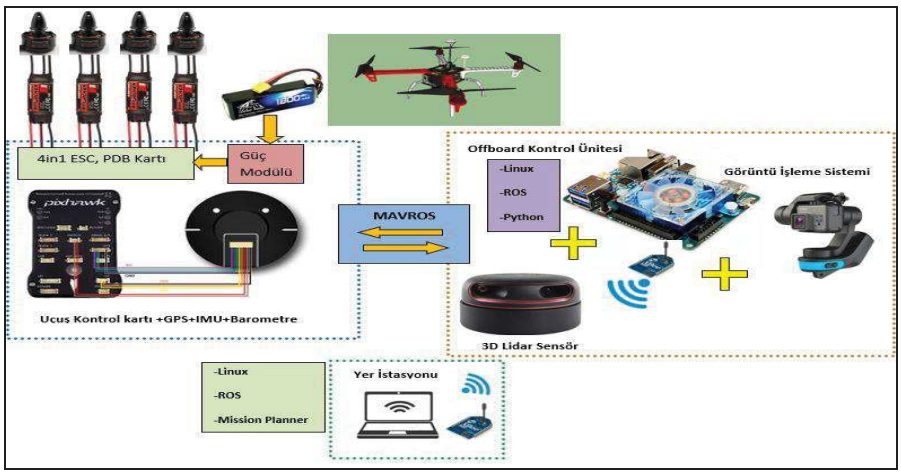
(1) **(2)**



Şekil 3: Modelin testi için kullanılan resmin çıktı olarak değerlendirilmesi, **(1)** resmin 800x600x3 girdi görüntüsü **(2)** 64x64x3 çıktı olarak değerlendirilen resim.

3. Deneysel Sistem

Bu deneysel çalışmada kullanılan uçan robotik sistem ROS platformu üzerinde geliştirilmiştir ve robotun sistem mimarisi Şekil 4'teki gibidir. ROS, robot yazılım geliştiricilerine işletim



Şekil 4: Robotik Sistemin genel yapısı.

sistemi sağlayan bir yazılım platformudur. Birçok robotik sistem ve sensör ile uyumlu çalışabilme imkanı ve birçok kütüphanenin desteği, robot geliştiricilerin ROS'u tercih nedeni haline getirmektedir. Odroid XU-4, ARM mimarili kontrolör, deney sistemi üzerinde offboard kontrol sağlamak için, Pixhawk Cube kontrolör ise robotun uçuş kontrolünü gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Haritalama ve konumlandırma için gerekli lazer tarayıcı olarak RP Lidar A2 lidar sensörü tercih edilmiştir. Elde edilen görüntülerden nesne tespiti çalışması için sinir ağ modeli İntel i7-2600 CPU 3.40 GHz işlemci üzerinde çalıştırılmıştır. Modelin daha büyük veriler ile eğitileceği sonraki çalışmalarda NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti ekran kartı üzerinden GPU işlemciler kullanılacaktır.

4. Sonuçlar

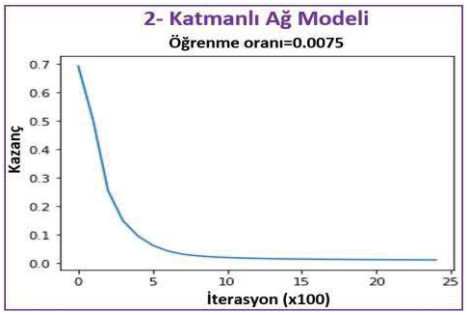
Çalışma sonucunda elde edilen veriler hem 2 katmanlı hem de 4 katmanlı ağ modeli için de doğruluk oranını çok yakın olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, 2 katmanlı ağ modelini 4 katmanlı modele göre kabul edilebilir kazanç değerlerine daha hızlı ulaştığı tablo ve grafiklerdeki değerler incelendiğinde görülmektedir. Bu hız beklenilen bir sonuç olsa da doğruluk oranlarının birbirine yakın çıkması 4 katmanlı ağ modelinin performansını göstermesi açısından yeterince eğitim verisi kullanılmadığını bize göstermektedir. Son olarak, eğitilen sinir ağ modelini rastgele bir resim ile denediğimizde %73 gibi bir doğruluk oranıyla Şekil 3'te görüldüğü gibi elma olarak belirlendiğini tespit ettik.

Sonuç olarak 2500 iterasyonda oluşan kazanç değerleri Tablo 1'de gösterilmektedir. Ayrıca doğruluk oranları da Şekil 5'te verilmiştir. 2 katmanlı modelin daha hızlı bir şekilde nihai kazanç değerine ulaştığı görülmektedir (yaklaşık 1000 iterasyon sonunda). 4 katmanlı modelde ise 2000 iterasyondan sonra beklenen değerlere ulaşıldığı görülmektedir. Ayrıca öğrenme oranlarının da aynı çıktığı gözlenmiştir. Bu sonuçların temel sebebi örnek sayısının sınırlı olması ve iterasyon sayısı olarak gösterilebilir. Daha karmaşık bir yapı olan 4 katmanlı modelin performansı daha fazla veri ve iterasyon sayısı ile daha net gözlenebilecektir.

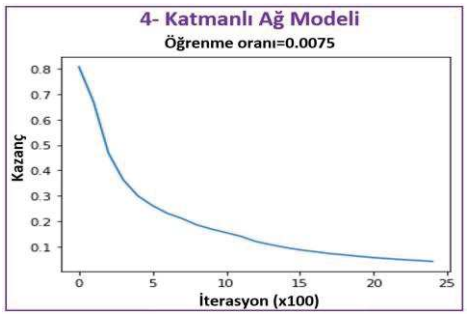
Tablo 1: Sinir Ağ Modellerinin İterasyon-Kazanç Değeri

2-Katmanlı Sinir Ağı		4-Katmanlı Sinir Ağı	
İterasyon	Kazanç Değeri	İterasyon	Kazanç Değeri
0	0.69266901144	0	0.80704331171
100	0.50161078497	100	0.66751046761
.	.	.	.
.	.	.	.
2400	0.00973067832	2400	0.04229035276
2499	0.00956579539	2499	0.04071301234

(1)



(2)



Şekil 5: **(1)** 2 katmanlı, **(2)** 4 katmanlı, sinir ağ modelinin kazanç-iterasyon grafiği.

5. Tartışma

Yürütülen deneysel çalışma kapsamında hazırlanan bu bildiride, tarımsal verimliliği artırmak için geliştirilen robotik sistemin bir elma bahçesinde yapay zeka tekniği kullanılarak elmaları tespit edebilme performansı incelenmiştir. Çalışmanın erken döneminde sistemin performansı hakkında ön değerlendirme amacıyla yapılan bu çalışmada kullanılan veri sayısı kısıtlıdır. Bu sebeple hedeflenen doğruluk oranı tam olarak yakalanmamış olsa da elde edilen bulgular sonraki çalışmalar için son derece umut verici olmuştur. Çalışmanın bundan sonraki bölümünde geniş veri seti kullanılarak evrişimsel sinir ağ modeli uygulaması yapılması planlanmaktadır.

Teşekkür Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (ERU-BAP) ve TUBİTAK'a teşekkür ederiz. Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ERU-BAP) tarafından FBA-2021-10882 koduyla ve TUBİTAK 2211-C programı kapsamında 1649B031904615 koduyla desteklenmiştir.

Kaynakça

[1] B. Widodo, G. Alexander, S.S. Jarot, C. Andry, P. Aurello, U. Gaudi, "Fast Object Detection for Quadcopter Drone Using Deep Learning", 3rd International Conference on Computer and Communication Systems, Nagoya, Japan, s:192-195, 2018.

[2] J. Lee, J. Wang, D. Crandall, S. Sabanovic, G. Fox, "Real-Time, Cloud-based Object Detection for Unmanned Aerial Vehicles," First IEEE International Conference on Robotic Computing, Taichung, Taiwan, s:36-43, 2017.

[3] M. Kaamin, N.A. Idris, S.M. Bukari, Z. Ali, N. Samion, M.A. Ahmad, "Visual Inspection of Historical Buildings Using Micro UAV," In MATEC Web of Conferences, EDP Sciences, Paris, France, s: 1-8, 2017.

[4] Y. Yoon, S. Gruber, L. Krakow, D. Pack, "Autonomous target detection and localization using cooperative unmanned aerial vehicles," In Optimization and Cooperative Control Strategies,, s:195-205, 2009.

[5] D. Kiss-Illes, C. Barrado, E. Salami, " GPS-SLAM: An Augmentation of the ORB-SLAM Algorithm," Sensor,, s:1-22, 2019.

[6] A. Matus-Vargas, G. Rodriquez, J. Martinez-Carranza, "A Monocular SLAM-based Controller for Multirotors with Sensor Faults under Ground Effect," Sensor,, s:1-20, 2019.

[7] S.H. Chan, P.T. Wu, L.C. Fu, "Robust 2D Indoor Localization through Laser SLAM and Visual SLAM Fusion," International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Miyazaki, Japan, s:1263-1268, 2018.

[8] M. Kök, Simultaneous Localization and Mapping for Unmanned Aerial Vehicles, Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.

[9] M. Böyük, R. Duvar, O. Urhan, "Deep Learning Based Vehicle Detection with Images Taken from Unmanned Aerial Vehicles," Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference, İstanbul, Türkiye, s:1-4, 2020.