

Yer Kontrol İstasyonu: Yer Kontrol İstasyonu (GCS), insansız araçlarının (drone, kara aracı, deniz aracı vb.) uzaktan kontrol edilmesi görevinin planlanması ve izlenmesi için kullanılan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Kısaca 'sanal kokpit' diyebiliriz. Bu yazılım, kablosuz telemetri veya USB kablosu aracılığıyla İnsansız Hava Aracıyla iletişim kurar. İnsansız Hava Aracının performansı ve konumu hakkında gerçek zamanlı verileri gösterir. Yer Kontrol İstasyonu (YKİ) Ground Control Station (GCS) kelimelerinin Türkçesidir.

YKİ'nin Temel Görevleri:

- 1. Komuta ve Kontrol:** Operatörün kalkış, iniş ve uçuş sırasında yönlendirme gibi anlık uçuş komutlarını İHA'ya göndermesini sağlar. Acil durum komutları (örneğin: Eve Dön - Return to Home) verilebilir.
- 2. Telemetri ve Durum İzleme:** İHA'dan hız, irtifa, GPS konumu, batarya durumu ve sistem sağlığı gibi kritik verileri (telemetri) gerçek zamanlı olarak alır ve görüntüler.
- 3. Görev Planlama ve Yönetim:** Uçuş rotalarının (ara noktaların - waypoint) planlanması için kullanılır. Örneğin harita üzerinde belirlenen noktaları sırayla ziyaret etmesi.
- 4. Canlı Video ve Sensör Verisi:** YKİ üzerinden İHA'daki kamera canlı olarak izlenir. Isı kamerası, radar, LiDAR gibi sensör verileri de aktarılır.
- 5. Veri Kayıt ve Analizi:** Tüm uçuş ve görev verileri kayıt altına alınır. Böylelikle rapor hazırlanabilir ya da arıza takibi yapılabilir.

YKİ Mimarisi ve Bileşenleri:

1. Donanım (Hardware) Bileşenleri:

Bilgisayar veya tablet
Ekranlar (harita, video ve telemetri için)
Kontrol araçları: Joystick, klavye, dokunmatik ekran
İletişim ekipmanları: Anten, modem, radyo cihazları
Güç kaynağı: Batarya, jeneratör veya şehir elektriği

2. Yazılım (Software) Fonksiyonları:

Görev Planlama Yazılımı: Haritada otomatik uçuş rotaları oluşturur, coğrafi şekilleri ve uçuşa yasak bölgeleri algılar.

Sanal Kokpit: İrtifa, hız ve yapay ufuk gibi bilgileri göstererek operatöre yardımcı olur.

Faydalı Yük Kontrolü: Kameranın zoom, pan/tilt ayarlarını, video kaydını ve sensör modlarını uzaktan yönetir.

Durumsal Farkındalık: İHA'nın haritadaki konumunu, yerdeki önemli noktaları ve toplanan verileri tek bir yerde birleştirir.

Acil Durum Yönetimi: İletişim kesintisi veya kritik arıza durumlarında devreye girecek otomatik güvenlik önlemlerini kontrol eder.

İletişim Türleri:

İletişim Türü	Menzil	Kullanım Alanı
Radyo Frekansı (RF)	Kısa-Orta	Hobi dronları, taktik İHA'lar
Wi-Fi / Bluetooth	Çok Kısa	Küçük robotlar veya iç mekan dronları
Hücreli Ağ (4G/5G)	Uzun (şehir içi)	Kargo dronları, otonom araçlar
Uydu (SATCOM)	Küresel	Askeri İHA'lar, okyanus araçları

YKİ Çalışma Modları:

Manuel Kontrol	Otonom / Yarı-Otonom	AI Destekli
----------------	----------------------	-------------

YKİ Türleri:

Elde taşınabilir (Handheld) YKİ: Maksimum taşınabilirlik için tasarlanmış küçük, tablet entegreli kumanda. Genellikle ticari ve küçük ölçekli operasyonlarında kullanılıyor.

Taşınabilir (Portable) YKİ: Bavul tipi kılıflara monte edilmiş, daha büyük ekranlı ve daha gelişmiş kontrollere sahip sistemler. Orta menzilli gözetleme ve saha görevleri için.

Mobil (Vehicle-Based) YKİ: Kamyon veya römork içine yerleştirilmiş, birden fazla operatörün (pilot, faydalı yük operatörü vb.) aynı anda çalışabildiği büyük kontrol merkezleri. Uzun menzilli, karmaşık askeri ve sivil görevlerde kullanılıyor.

Sabit (Fixed) YKİ: Binalarda veya komuta merkezlerinde kalıcı olarak kurulu, genellikle çoklu İHA filosunu yönetmek için kullanılan istasyonlar.

Yer Kontrol İstasyonu Programı Olan Mission Planner:

Yer İstasyonu Programının Özellikleri:

1-Veri Analizi: Otopilot üzerinde bulunan sensörlerden gelen bilgileri yer istasyon programı sayesinde analiz edebiliriz bu analizi anlık, önceden veya uçuş sonrasında analiz edip ona göre planlamalar yaparız.

2-Uzaktan Kontrol ve Otonom Uçuş: İnsansız hava aracını kumanda aracılığıyla kontrol edebilir veya öncen belirlediğimiz koordinatlar üzerinde verdiğimiz komutlar sayesinde otonom uçuşlar yapabiliriz

3-Otopilot Kalibrasyonu: Otopilot üzerinde bulunan sensörler veya İHA üzerinde bulunan ekipmanları da programdan kalibre edebiliriz. bu sensörler genel olarak barometre, IMU, Kompas ve Flow Meter Optik sensör gibi sensörleri program üzerinden ayarlayıp uçuşa hazır hale getirebiliriz.

4-Uçuş Parametreleri: Arayüzünde gördüğümüz tüm bilgiler aslında parametrelere bağlıdır bu parametreler genel olarak İHA'nın hızı yüksekliği görev sırasında olan spesifik özelliklerdir.

5- Uçuş Modları: Her insansız hava aracın veya bir insansız aracın bir uçuş karakteri vardır mesela bir otonom uçuş yapıyoruz veya bir stabil uçuş agresif uçuş yapıyoruz bu uçuşların modlar vardır Bu modların ayarlamalarını YKİ aracılığıyla yapabiliriz.

6-Firmware Yüklenmesi ve Güncellenmesi: Bu programlar aktif olarak geliştiriciler tarafından geliştirilmektedir geliştirilme amacı daha hızlı ve daha anlaşılabilir hale getirmek.

7-Uçuş Simülasyonu: İnsansız hava aracının uçuştan önce veya uçuştan sonra hata riskini en aza indirmek için simülasyonlar yaparız bu simülasyonlar uçuş modu, İHA'nın hangi koordinatları uçacağı gibi bilgileri içeriyor.

Mission Planner'in sağladığı avantajlar nelerdir ?

1- Kullanıcı dostu arayüzü ile yapılması istenen bir çok fonksiyonu kullanıcının kısa sürede kavramasını sağlar.

2-Mission Planner'in Ardupilot ile uyumlu olması ve hava aracındaki parametrelerin ROS uygulamasında rahat şekilde kullanılması ile birçok kullanıcının tercihi haline gelmiştir.

3-Simülasyon özelliği ile uygulanan ROS uygulamalarında SITL(Software in The Loop) algoritmanın gerçek ortama ihtiyaç duymadan simülasyon edilmesini sağlar.

4-Diğer yer istasyonu programlarına göre daha eski olmasından dolayı internet üzerinde daha fazla kaynağa sahiptir.

Pixhawk Uçuş Kontrol Kartı: Pixhawk, İHA'ların otonom uçuş yeteneklerini sağlamak için kullanılan açık kaynaklı bir otonom uçuş kontrol platformudur. Bu kart, dronun "beynidir"; sensör verilerini işler, uçuş kontrol algoritmalarını çalıştırır ve gerekirse operatörden gelen komutları veya önceden programlanmış görevleri uygular. İlk olarak 2011 yılında Dronecode Projesi kapsamında geliştirilmeye başlanmıştır ve o tarihten itibaren geniş bir topluluk tarafından geliştirilerek desteklenmiştir. Pixhawk, birden fazla donanım ve yazılım bileşeni ile kompleks uçuş görevlerini gerçekleştirebilme kabiliyetine sahiptir.

Pixhawk Özellikleri

Gelişmiş sensör entegrasyonu: Pixhawk, gyro, ivmeölçer, manyetometre, barometre ve GPS gibi sensörleri etkili bir şekilde entegre ederek hassas uçuş verileri sağlar

Otonom Uçuş: Pixhawk, önceden programlanabilen otonom uçuş modları ve görevleri ile drone'un belirli bir rota üzerinde veya belirlenen noktalara otonom uçuş yapmasını sağlar.

Yedekli Uçuş Kontrolü: Yüksek güvenilirlik için Pixhawk, birden fazla uçuş kontrol ünitesini yedekli olarak çalıştırabilme özelliğine sahiptir. Bu sayede, ana uçuş kontrol ünitesi arızalandığında yedekli ünite devreye girerek uçuş güvenliğini sağlar.

Veri Kaydı ve Analizi: Pixhawk, uçuş sırasında tüm verileri kaydedebilir ve daha sonra analiz edilebilir hale getirir. Bu özellik, uçuş performansını ve sistem durumunu değerlendirmek için oldukça önemlidir.

Harici Aygıtlara Entegrasyon: Pixhawk, harici bilgisayarlar ve cihazlarla kolayca entegre edilebilir. Bu sayede, gelişmiş uçuş kontrol ve planlama yapmak için farklı yazılım ve cihazlarla uyumlu çalışabilir.

1-Donanım Mimarisi ve FMU Sürümleri

Pixhawk donanımı, Uçuş Yönetim Birimi (FMU - Flight Management Unit) adı verilen temel tasarımlar üzerinden geliştirilir. FMUv2'den FMUv6X'e kadar giden bu sürümler, kartın işlemci gücünü ve sensör kapasitesini belirler.

Çekirdek Yapı (İşlemciler)

Çift İşlemci Tasarımı: Yüksek güvenilirlik için çoğu gelişmiş Pixhawk kartı iki ayrı işlemci kullanır:

Ana İşlemci (FMU): Yüksek hızlı **ARM Cortex-M** serisi işlemciler. Karmaşık algoritmaları, sensör verisini ve navigasyon kararlarını gerçek zamanlı olarak bu birim alır.

G/Ç İşlemcisi (Yedek İşlemci): Daha basit bir işlemci (örn. STM32F103), motor ve servo çıkışlarını bağımsız olarak yönetir. Ana işlemci arızalanırsa, bu yedek işlemci temel uçuş pozisyonunu koruma veya güvenli iniş gibi bir arıza emniyet (fail-safe) görevi üstlenir.

Modüler Tasarım (Carrier Board): Yeni nesil Pixhawk'lar sensörlerin ve ana işlemcinin bulunduğu küp şeklindeki modülü, harici bağlantı noktalarının (güç, telemetri, GPS) bulunduğu ana taşıyıcı karttan (Carrier Board) ayırır. Bu, titreşim izolasyonunu ve sistem yükseltmelerini kolaylaştırır.

Yedekli Sensörler ve Güvenilirlik

Pixhawk'ın en önemli özelliklerinden biri otonom sistemlerde güvenliği artırmak için kullandığı yedekli (redundant) sensörlerdir.

Sensör	Yedek	Arızadaki durumu
IMU	Üçlü Yedeklilik (3x İvmeölçer, 3x Jiroskop)	Uçuş kontrol yazılımı, 3 sensörden gelen veriyi sürekli karşılaştırır. Hatalı okuma yapan bir sensör tespit ettiğinde, sistem otomatik olarak diğerine geçer.
Barometre (Yükseklik)	İkili Yedeklilik (2x Basınç Sensörü)	Yükseklik bilgisini daha iyi ölçer.
Güç Yönetimi	Çift Güç Girişi	İki ayrı güç kaynağından beslenir. Birincil güç kaynağı arızalandığında zaman kaybetmeden diğerine geçerek uçuşun devam etmesini sağlar.
GPS	2 ayrı GPS modülü bağlanabilir (primary + backup)	GPS kaybında yedek devreye girer

2-Yazılım Farkları (PX4 vs. ArduPilot):

Özellik	PX4	ArduPilot
Mimarisi	Daha yeni, modüler, mikro-çekirdekli (NuttX RTOS üzerinde). Daha düşük gecikme (latency).	Daha köklü, entegre (monolitik) mimari. Çoklu araç tipi desteği ve saha performansı daha iyi.

Özellik	PX4	ArduPilot
Yer İstasyonu (GCS)	QGroundControl (QGC): Modern, sezgisel ve çoklu platform desteği ile bilinir.	Mission Planner: Geniş özellik yelpazesi, derin parametre ayarları ve detaylı log analizi için popülerdir.
Kullanım Alanı	Akademik araştırmalar, bilgisayarlı görü (computer vision) entegrasyonu ve ticari drone çözümleri.	Hobi veya profesyonel, uzun menzilli görevler, yüksek güvenilirlik gerektiren uygulamalar.

3. Pixhawk ile Entegre Edilebilen Donanımlar

GPS ve Pusula

- u-blox M8N, M9N gibi GPS modülleri içinde entegre pusula (magnetometre) sensörü

Telemetri:

SiK radyo modemler (433 MHz, 915 MHz)

LTE modem, WiFi ile bağlantı (TCP/UDP üzerinden MAVLink)

MAVLink protokolü üzerinden iletişim

(MAVLink Protokolü):

- İletişim Dili: Pixhawk'ın beyni, GCS, yardımcı bilgisayarlar ve diğer çevre birimleri arasındaki tüm iletişimi yöneten standart bir mesajlaşma protokolüdür.
- Tasarım: Verimli ve küçük paketler halinde veri alışverişini sağlayarak gecikmeyi en aza indirir.

Uzaklık ve Konum Sensörleri:

- LiDAR (LightWare, TFmini)
- Ultrasonik sensörler
- Optik Akış (Optical Flow) modülleri

Yan Bilgisayar (Companion Computer): Pixhawk, yüksek hızlı seri portlar (UART) veya CAN/Ethernet bağlantıları aracılığıyla yardımcı bilgisayar (örn. Raspberry Pi, Jetson) bağlamayı kolaylaştırır. Bir de Pixhawk, Raspberry Pi, NVIDIA Jetson, Intel NUC gibi sistemlerle MAVLink üzerinden haberleşebilir.

Bu sistemlerle yapılabilecekler:

- Görüntü işleme (yüz tanıma, nesne takibi)
- Haritalama (SLAM)
- Yapay zeka tabanlı karar verme
- ROS (Robot Operating System) tabanlı otonomi

ArduPilot ve PX4 Otopilot Yazılımı:

Açık Kaynaklı Uçuş Kontrol Sistemlerine Genel Bakış: Açık kaynaklı uçuş yığınları, insansız hava araçlarının beyni olarak işlev görür ve uçuş kontrolü, navigasyon ve görev yürütme için kritik algoritmalar sağlar. Tescilli alternatiflerin aksine, bu platformlar tam şeffaflık, özelleştirme yetenekleri ve tedarikçiye bağımlı olmama özgürlüğü sunar. Hem PX4 hem de ArduPilot, dünya çapında ticari operatörler, araştırmacılar ve hobiler tarafından güvenilen, olgun ve üretime hazır çözümlerdir. MAVLink iletişim protokolü desteği, kapsamlı donanım uyumluluğu ve sağlam yer kontrol istasyonu entegrasyonu gibi ortak temellere sahiptirler.

ArduPilot: ArduPilot, 2009 yılında Arduino tabanlı basit drone projeleri için ortaya çıkan açık kaynaklı bir uçuş kontrol yazılımıdır. Zamanla gelişerek, Arduino tabanlı APM (ArduPilot Mega) uçuş kontrolcülerine ve 2013 civarında daha güçlü 32-bit Pixhawk platformuna geçti. Bu süreç, ArduPilot'un hem yeni donanımları benimseyip güncel kalmaya çalıştığını hem de eski sistemleri desteklemeyi sürdürerek kullanıcılarına geniş bir uyumluluk sunduğunu gösterir. Topluluk odaklı, geniş bir kullanıcı ve geliştirici ağına sahiptir.

Desteklenen Araçlar:

- Çok rotorlu drone'lar (quad, hexa, octo copter vb.)
- Sabit kanatlı uçaklar
- Helikopterler
- VTOL (dikey kalkış ve iniş yapabilen hibrit araçlar)
- Kara araçları (rover)
- Tekne ve botlar
- Denizaltılar ve su altı araçları

Yazılım Mimarisi:

- C++ ile geliştirilmiş
- Gerçek zamanlı işletim sistemleri (ChibiOS, NuttX) ve Linux üzerinde çalışabilir
- Monolitik (tek parça) mimariye sahip, araç tiplerine göre modüller aktif edilir
- Çok detaylı parametre ayarları ve özelleştirme imkanı sağlar

Özellikler

- Karmaşık görev planlama (waypoint'ler, tetikleyiciler, koşullu işlemler)
- Lua script ile uçuşta özel görevler yazma imkanı
- GPS, IMU, lidar, kamera gibi birçok sensör desteği
- MAVLink protokolü ile iletişim ve telemetri
- Simülasyon desteği (SITL, HIL, Gazebo, X-Plane vb.)
- Büyük ve aktif topluluk, detaylı dökümantasyon

PX4: PX4, Linux Foundation tarafından desteklenen Dronecode projesi kapsamında geliştirilen daha modern, modüler bir uçuş kontrol yazılımıdır. Özellikle endüstriyel ve akademik projeler için tasarlanmıştır. PX4, 32-bit donanımlar üzerinde çalışmak üzere optimize edilmiştir ve modüler yapısıyla farklı parçalar birbirinden bağımsız olarak geliştirilebilir.

Desteklenen Araçlar:

- Çok rotorlu drone’lar
- Sabit kanatlı uçaklar
- VTOL araçlar
- Bazı kara araçları

Yazılım Mimarisi:

- C++ ile geliştirilmiş, modüler yapıda
- NuttX gerçek zamanlı işletim sistemi üzerinde çalışır
- Dahili modüller arasındaki iletişim uORB adlı mesajlaşma sistemiyle sağlanır
- ROS2 (Robot Operating System) ile doğrudan entegrasyon imkanı bulunur (özellikle robotik uygulamalar için önemli)

Özellikler

- Düşük gecikmeli, gerçek zamanlı performans
- ROS2 ile yerel entegrasyon (robotik sistemlerle veri alışverişi)
- QGroundControl yer kontrol yazılımı ile tam uyum
- Gazebo, Ignition Gazebo gibi gelişmiş simülasyon desteği
- Güncel donanımlarla uyumlu (Pixhawk v4 ve sonrası)
- Güçlü güvenlik özellikleri (geofence, hata önleme, güç yönetimi)

Kriter	ArduPilot	PX4
Yazılım Mimarisi	Monolitik (tek kod tabanı)	Modüler, bileşen tabanlı
Araç Desteği	Çok geniş: hava, kara, su ve su altı araçları	Genellikle hava ve kara araçları
Donanım Desteği	Çok geniş, eski ve yeni platformlar	Modern 32-bit Pixhawk tabanlı donanımlar

Kriter	ArduPilot	PX4
Script Desteği	Lua scripting	Sınırlı scripting
ROS Entegrasyonu	MAVROS köprüsü ile	Yerel ROS2 entegrasyonu
Yer Kontrol Yazılımı	Mission Planner, APM Planner, QGroundControl	QGroundControl (resmi)
Simölasyon	SITL, HIL, Gazebo, X-Plane	SITL, HIL, Gazebo, Ignition Gazebo
Kullanım Alanı	Hobi, profesyonel, çok çeşitli araçlar	Endüstri, araştırma, robotik

NVIDIA Jetson Nano Nedir ?

• NVIDIA Jetson Nano, NVIDIA şirketinin geliştirmiş olduğu geliştirme kartıdır. NVIDIA' nın diğeri geliştirme kartları olan NVIDIA TX1, TX2 ve XAVIER kartlarına göre boyut olarak daha küçük, donanım özellikleri olarak daha kısıtlı olmasından dolayı Nano modeli olarak adlandırılmaktadır. NVIDIA Jetson Nano geliştirme kartı, modern yapay zeka uygulamalarını küçük boyutta, yüksek güçte ve düşük maliyette çalıştırmak için hesaplama performansını sunar. Yapay zeka uygulama geliştiricileri artık görüntü sınıflandırma, nesne algılama, segmentasyon ve ses işleme gibi uygulamaları, yüksek maliyet ve yüksek donanımsal özelliklere gerek duymadan Jetson Nano geliştirme kartı ile yapabilmektedir ve sadece bu işlemleri yaparken yalnızca 5 watt güç harcamaktadır. NVIDIA firması ekran kartı, görüntü işleme donanımları vb. ile bu donanımların yazılım ve sürücülerini üretiyor. Donanım özellikleri ile yüksek donanım maliyeti gerektiren uygulamaları benzer geliştirme kartlarına göre çok daha verimli çalıştırmaktadır. Örneğin günümüzde popülerliğı artan yapay zeka ve yapay zeka uygulamalarını kullanmak için yüksek donanımsal maliyetlere ihtiyaç duyulmaktadır. NVIDIA Jetson Nano geliştirme kartı yazılımsal optimizasyonlar ile donanımsal özellikleri benzer olan diğeri geliştirme kartlarına göre özellikle yapay zeka uygulamaları alanlarında daha fazla performans sağlamaktadır.

Örneğin; Jetson Nano, modern yapay zeka algoritmalarını hızlı bir şekilde çalıştırmak için 472 GFLOP sunar. Bu nedenle derin öğrenmede kullanılan birden çok sinir ağıını paralel olarak çalıştırıp yüksek çözünürlüklü birkaç sensörü eş zamanlı olarak işleyerek uygulamalar üretebiliriz.

Jetson Platformu Neden Bu Kadar Popüler?

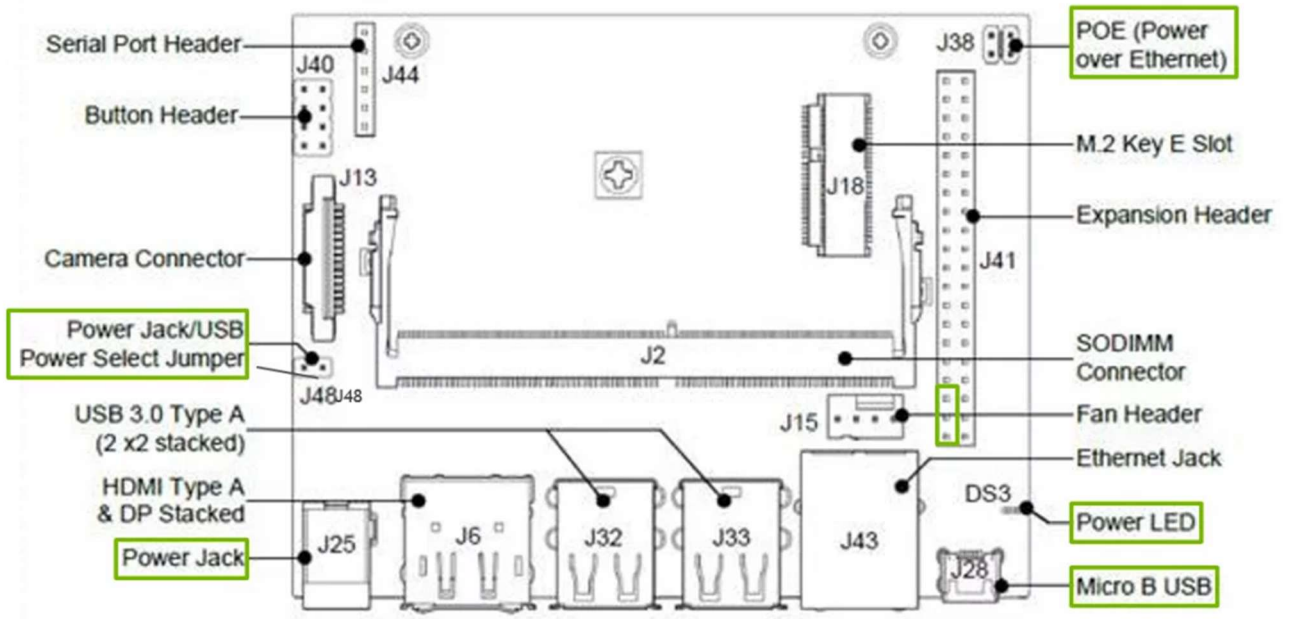
NVIDIA Jetson sistemleri, onları profesyoneller, yazılım geliştiricileri ve öğrenciler arasında popüler kılan sayısız avantajla birlikte gelir. Avantajlarından bazıları şunlardır:

Modüler Esneklik: İster küçük ister büyük bir işletme olsun, NVIDIA Jetson modellerinde her işletme için mükemmel modüller bulunur. Giriş seviyesi yapay zeka uygulamalarından gelişmiş ve karmaşık makineler kadar her şeyi geliştirmek için mükemmel bir modül yelpazesinden seçim yapılabilir.

Birleşik Yazılım: Birleşik yazılım mimarileri, NVIDIA Jetson'ı destekleyerek yazılım geliştiricilerinin işini çok daha kolay hale getirir. Birleşik yaklaşım, geliştiricilerin diğer Jetson modüllerinde tasarımlarını geliştirirken tekrarlayan kodlama zahmetinden kurtulmasını sağlar. NVIDIA JetPack SDK, bir Linux işletim sistemi (OS), CUDA-X hızlandırılmalı kütüphaneler ve derin öğrenme bilgisayarlı görme ve daha fazlası dahil olmak üzere çeşitli makine öğrenimi alanlarına yönelik API'lerle birlikte gelir. Ayrıca TensorFlow, Caffe, Keras vb. gibi makine öğrenimi çerçevelerinin yanı sıra OpenCv gibi bilgisayarlı görme kütüphanelerini de destekler.

Bulut Yerel Teknolojilere Destek: Bulut tabanlı teknolojiler ve iş akışları (orquestrasyon ve konteynerleştirme gibi) desteğiyle NVIDIA Jetson platformu, geliştiricilere yapay zeka ürünlerini hızla geliştirme veya yükseltme çevikliği sunuyor.

Donanımsal Özellikleri



NVIDIA Jetson Nano, ön yüzünde bulunan micro USB ve güç jakı ile beslenebilen bir geliştirme kartıdır. Micro USB bağlantısı sayesinde kart, bilgisayara bağlanarak harici ekran kullanmadan da kontrol edilebilir. Üzerindeki HDMI çıkışı, kartı doğrudan bir monitöre bağlamaya olanak tanır; bu da Jetson Nano'nun mini bir bilgisayar gibi kullanılmasını sağlar.

Kartta ayrıca Ethernet girişi bulunur, ancak yerleşik WiFi modülü yoktur. Bu yüzden kablosuz bağlantı için ya Ethernet kablosu kullanılmalı ya da harici bir WiFi modülü M.2 yuvasına takılmalıdır. Geliştirme kartında 4 adet USB 3.0 portu bulunur, bu da diğer kartlara göre daha fazla   vre birimi desteği sunarak projelerde avantaj sağlar.

Jetson Nano, yüksek işlem gücü gerektiren görevleri yerine getirebilir, ancak bu durum kartın ısınmasına sebep olabilir. Aşırı ısınmanın performans düşüşüne yol a masını önlemek için NVIDIA, kartın üzerine bir soğutucu modül yerleştirmiştir. Bu modül sayesinde uzun süreli ve yoğun işlemlerde stabilite sağlanır. Ayrıca bu soğutucunun altında bulunan M.2 portu, harici WiFi gibi bileşenlerin bağlanması imk  n verir.

Diğer bir özellik olarak NVIDIA Jetson Nano geliştirme kartının üzerinde, robotik projeler yapabilmek için GPIO (General Purpose Input Output) pinleri bulunmaktadır. NVIDIA Jetson Nano kartının üzerinde 40 tane GPIO pini bulunmaktadır. Bu pinlerde 2 tane 5 volt girişi (vcc), 2 tane 3.3 volt girişi 8 tane toprak (GND) girişi bulunmaktadır. Aynı zamanda Jetson Nano geliştirme kartı haberleşme pinlerine sahiptir ve bu haberleşme pinleri ile diğer geliştirme kartları, mikrodenetleyiciler, veya sistemler ile haberleşme yapabilmektedir

GPIO pinleri sayesinde sensörleri geliştirme kartımıza takarak sensörlerden gelen verileri okuyabilir ve komut verebilir. Bu sayede Jetson Nano geliştirme kartı ile robotik projeler yapılabilir.

GPU

GPU kavramının tanımı; bilgisayar üzerinde görüntülenmekte olan yazı ve grafiklerin oluşturulması sırasında ekran ve işlemci arasında görev yapmakta olan dönüştürücülerdir. GPU; her bir piksel için ne yapılacağının kararını vermektedir. Günümüzde kullanılan yapay zeka uygulamaları için işlemciler zorlanmaktadır. Bu durumdan dolayı model eğitimleri yavaşlamaktadır. Örneğin; görüntü işleme ile nesne tespiti yapılan bir projede, model eğitimi uzun sürmektedir. Model eğitildikten sonra kameradan alınan anlık görüntülerde milisaniyeler s  resinde yüksek matematiksel işlemler yapılmaktadır. Bu matematiksel işlemlerin performansını, kullandığımız yazılım ve donanım olumlu veya olumsuz şekilde etkileyebilir. Düşük donanım kullanıldığında düşük FPS (Frame Per Second) değerleri alınacaktır. Bu problemten dolayı oluşturulan proje gerçek hayatta kullanılamayacaktır. Bu sorundan dolayı NVIDIA firması Jetson Nano geliştirme kartına GPU donanımı koyarak aynı anda GPU da bulunan çekirdekler paralel çalışarak yüksek matematiksel işlemler yapılabilir.

CPU

NVIDIA Jetson Nano geliştirme kartı CPU'da ARM mimarisini kullanmaktadır. Verimliliği yüksek olmasından ve maliyeti düşük olmasından dolayı tablet, telefon vb. elektronik aletlerde kullanılmaktadır. Diğer geliştirme kartlarına göre 1.43 GHz CPU yüksek hız değerinden dolayı daha stabil çalışmakta ve işlem hızı daha yüksek olmaktadır. Dolayısıyla diğer geliştirme kartlarına göre daha fazla avantaj sunmaktadır.

Yazılımsal Özellikleri

NVIDIA firması ürettiği ekran kartları gibi donanımları daha dengeli ve optimize kullanılması için yazılım hizmeti sunmaktadır. Bu yazılım programları, uygulamaları, sürücülerini sayesinde daha verimli hale gelmektedir.

NVIDIA firması Jetson Nano kartını iki türlü kullanma seçeneği sağlamaktadır. Bunlar:

- Linux tabanlı Ubuntu arayüzü ile
- Bilgisayara bağlayıp Jupyter Notebook IDLE ile kullanmak

Bu iki seçenek ile geliştirme kartınızı ekrana bağlayıp Ubuntu arayüzü ile işlem yapıp projelerinizi geliştirebilirsiniz veya bilgisayar kullanarak Jupyter Notebook IDLE üzerinden işlem yapabiliriz.

Diğer geliştirme kartlarından farklı olarak iki seçenek sunması ekipman maliyetini azaltmaktadır ve bu da Jetson ailesinin en önemli avantajlarından biridir. Ayrıca IDLE ve arayüz sistemleri NVIDIA geliştiricileri tarafından optimize edildiği için verim ve optimizasyon seviyesi yüksek olmaktadır.

NVIDIA Jetson Nano geliştirme kartına yazılım sistemi yüklerken iki seçenek sunmaktadır. Bunlar:

- Jetpack SDK
- DeepStream SDK

Jetpack SDK

NVIDIA JetPack SDK, yapay zeka uygulamaları oluşturmak için en kapsamlı uygulamalardan biridir. Jetson Nano geliştirme kartını en yeni işletim sistemi görüntüsü ile seçebilir, hem ana bilgisayar hem de geliştirme kartı için geliştirici araçları yükleyebilir ve geliştirme ortamınızı başlatmak için gereken kitaplıkları ve API'leri, yükleyebilirsiniz.

DeepStream SDK

NVIDIA'nın DeepStream SDK'sı, yapay zeka tabanlı video ve görüntü algılamanın yanı sıra çoklu sensör işleme için eksiksiz bir akış analitiği araç seti sunar. DeepStream, pikselleri ve sensör verilerini harekete geçirilebilir iç görümlere dönüştürmek için hizmetler ve çözümler sunabilir.