**În ce constă caracterul de inovare al proiectului? Prin ce diferă față de alte abordări potențial existente pe piață?**

În domeniul militar, există o nevoie constantă de a dezvolta noi tehnologii pentru a menține securitatea națională. O direcție promițătoare în acest domeniu este utilizarea **inteligenței artificiale** (**AI**), în special a **rețelelor neuronale convoluționale** (**CNN**).

**CNN** sunt un tip de rețea neuronală care este specializată în procesarea de date vizuale. Ele sunt concepute pentru a învăța caracteristici specifice din imagini, cum ar fi obiecte, fețe sau text. Acest lucru le face ideale pentru o varietate de aplicații militare, cum ar fi:

* **Recunoașterea automată a obiectelor**: CNN pot fi folosite pentru a identifica obiecte în imagini sau videoclipuri. Acest lucru este o caracteristică cheie pentru utilizarea dronelor militare. Aceasta permite dronelor să identifice și să urmărească obiecte pe care le pot reprezenta o amenințare sau o oportunitate. De exemplu, dronele pot fi folosite pentru a detecta arme, vehicule militare sau chiar persoane.
* **Clasificarea imaginilor**: CNN pot fi folosite pentru a clasifica imaginile în categorii, cum ar fi „prietenos” sau „neprietenos”. Acest lucru poate fi utilizat pentru a controla accesul la o zonă sau pentru a detecta amenințări potențiale.
* **Recunoașterea fețelor**: CNN pot fi folosite pentru a identifica persoanele din imagini sau videoclipuri. Acest lucru poate fi utilizat pentru controlul accesului, identificarea persoanelor dispărute sau chiar pentru urmărirea infractorilor.

O problema comuna pentru integrarea algoritmilor de ML o constituie datele necesare pentru antrenarea modelelor, date care in majoritatea cazurilor sunt fie insuficiente, fie irelevante pentru model. De cele mai multe ori aceste date de antrenament necesita timp îndelungat in colectarea lor. Ca urmare a acestei probleme comune, a apărut nevoie de a utiliza un algoritm care sa ne ajute in generarea datelor pentru antrenament. Așa a apărut nevoia de integrarea in arhitectura CNN a generatoarelor adversariale (GAN). GAN sunt două rețele neuronale care concurează între ele pentru a crea imagini realiste. O rețea, generatorul, este responsabilă pentru crearea imaginilor, iar cealaltă rețea, discriminatorul, este responsabilă pentru a le distinge de imaginile reale.

GAN pot fi utilizate pentru a genera date artificiale care pot fi utilizate pentru a antrena modele de ML. In cazul aplicațiilor militare, colectarea si prelucrarea datelor este vitala si trebuie facuta in timp cat mai scurt posibil, unde poate fi dificil sau periculos să se colecteze date reale. De exemplu, GAN pot fi utilizate pentru a genera imagini ale unor noi arme sau vehicule militare, care pot fi apoi utilizate pentru a antrena modele de ML pentru a le recunoaște.

În general, CNN sunt superioare altor tipuri de algoritmi de ML pentru aplicații militare datorită următoarelor avantaje:

* Sunt mai eficiente la procesarea datelor vizuale: CNN sunt concepute special pentru a procesa date vizuale, ceea ce le face mai eficiente decât alte tipuri de algoritmi, cum ar fi arborii de decizie sau regresia liniară.
* Pot fi antrenate cu un număr mai mic de date: CNN pot fi antrenate cu un număr mai mic de date decât alte tipuri de algoritmi, ceea ce le face mai utile în aplicații unde datele sunt limitate.
* Sunt mai versatile: CNN pot fi utilizate pentru o varietate de aplicații militare, ceea ce le face o investiție valoroasă.

Versatilitatea rețelelor neuronale este un alt avantaj important pentru domeniul securității naționale. Rețelele neuronale pot fi utilizate pentru o varietate de sarcini, inclusiv:

* Analizând date pentru a identifica amenințări: Rețelele neuronale pot fi utilizate pentru a analiza date din surse diverse, cum ar fi imagini, videoclipuri sau date de trafic, pentru a identifica potențiale amenințări la securitate.
* Creând noi tehnologii: Rețelele neuronale pot fi utilizate pentru a crea noi tehnologii, cum ar fi noi tipuri de arme sau sisteme de apărare.
* Automatizând sarcini: Rețelele neuronale pot fi utilizate pentru a automatiza sarcini complexe, cum ar fi controlul traficului aerian sau recunoașterea persoanelor.

Pentru a putea inlatura neajunsul determinat de datele sensibile specific aplicatiilor militare, am folosit CNN și GAN într-o aplicație diferită, și anume pentru forecasting-ul de date din domeniul energetic. În acest caz, CNN este utilizat pentru a analiza datele istorice ale consumului energetic al compresorului. Aceste date includ informații cum ar fi temperatura, presiunea și umiditatea aerului, precum și durata de funcționare a compresorului. CNN poate fi antrenat să identifice modele în aceste date care pot fi utilizate pentru a prezice consumul energetic viitor.

În cazul în care dorim să avem o prezicere pentru un domeniu mai larg, cum ar fi consumul energetic pentru o perioadă de timp mai lungă, putem utiliza GAN pentru a genera date artificiale. GAN poate fi utilizat pentru a genera date despre temperatura, presiunea și umiditatea aerului pentru diferite condiții meteorologice. Aceste date pot fi apoi utilizate pentru a antrena un model de ML care poate prezice consumul energetic pentru aceste condiții.

De exemplu, GAN poate fi utilizat pentru a genera date despre temperatura pentru o perioadă de timp de cinci ani. Aceste date pot fi apoi utilizate pentru a antrena un model de ML care poate prezice consumul energetic al compresorului pentru această perioadă de timp.

Prin utilizarea CNN și GAN, puteți obține previziuni mai precise ale consumului energetic al compresorului. Aceste previziuni pot ajuta la reducerea consumului de energie al compresorului, ceea ce poate economisi bani.

Aplicație:

Această tehnologie poate fi utilizată pentru a reduce consumul de energie al compresoarelor în diverse aplicații militare. De exemplu, poate fi utilizată pentru a reduce consumul de energie al compresoarelor care sunt utilizate pentru a genera aer comprimat pentru vehiculele militare, sistemele de apărare sau instalațiile de producție.

De asemenea, această tehnologie poate fi utilizată pentru a îmbunătăți fiabilitatea compresoarelor. Prin înțelegerea modului în care consumul de energie al compresorului este afectat de factori precum temperatura, presiunea și umiditatea aerului, putem lua măsuri pentru a reduce stresul asupra compresorului și a-i prelungi durata de viață.

# Descrieți conceptele, tehnologiile, standardele pe care le-ați utilizat și/sau generat în realizarea proiectului.

**În realizarea proiectului, au fost utilizate și integrate diverse concepte, tehnologii și standarde pentru a asigura funcționalitatea și eficiența acestuia. Mai jos sunt detaliile relevante:**

**1.Concepte de Machine Learning:**

* Rețele Neuronale Artificiale (RNA): Utilizarea rețelelor neuronale pentru a modela relațiile complexe dintre variabile și pentru a face predicții asupra datelor de debit, prin combinarea CNN și GAN.

Explicație:

* CNN sunt utilizate pentru a procesa date vizuale, cum ar fi imagini sau videoclipuri. În cazul aplicației noastre, CNN pot fi utilizate pentru a analiza datele istorice ale consumului de energie al unui compresor. Aceste date includ informații cum ar fi temperatura, presiunea și umiditatea aerului, precum și durata de funcționare a compresorului. CNN pot fi antrenate să identifice modele în aceste date care pot fi utilizate pentru a prezice consumul energetic viitor.
* GAN pot fi utilizate pentru a genera date artificiale care pot fi utilizate pentru a antrena modele de ML. În cazul aplicației noastre, GAN pot fi utilizate pentru a genera date artificiale care să reprezinte diferite condiții meteorologice. Acest lucru poate ajuta la îmbunătățirea performanței modelului de predicție a consumului de energie.
* Antrenare și Testare a Modelului: Conceptele de împărțire a datelor în seturi de antrenament și evaluare, calcularea erorii, și evaluarea performanței modelului.

**2.Servicii Cloud**

Am utilizat integrarea in mediul Cloud Public, in cazul de fata Google Cloud datorita avantajelor oferite, precum mediu de dezvoltare sigur, din punct de Vedere al securității datelor, resurse sporite de calcul pentru antrenarea modelului, posibilitatea de integrare a diverselor tehnologii si servicii, scalarea sistemului. În aplicația prezentată, am folosit următoarele servicii cloud:

* **GCP Vertex AI**: Am folosit Vertex AI pentru a dezvolta, antrena și implementa modelul de învățare automată pentru predicția consumului de energie. Vertex AI ne-a oferit o gamă largă de funcții care ne-au ajutat să eficientizăm procesul de dezvoltare a modelului, inclusiv:
  + **Automatizarea sarcinilor repetitive**, cum ar fi pregătirea datelor și antrenarea modelelor.
  + **Scalabilitatea**, care ne-a permis să antrenăm modelul pe o scală mare.
  + **Flexibilitatea**, care ne-a permis să folosim framework-ul nostru preferat de învățare automată.
* **BigQuery**: Am folosit BigQuery pentru ca ne-a permis să gestionăm cantități mari de date și să efectuăm analize complexe prin stocarea și analiza datele istorice ale consumului de energie. BigQuery ne-a oferit o scalabilitate și o performanță ridicată.
* **Pub/Sub**: Am folosit Pub/Sub pentru a transmite datele de consum de energie de la senzori la Vertex AI. Pub/Sub ne-a oferit o livrare de mesaje garantată, ceea ce ne-a asigurat că datele sunt primite în siguranță.
* **Dataflow**: Am folosit Dataflow pentru a procesa datele de consum de energie în timp real. Dataflow ne-a oferit o performanță ridicată, ceea ce ne-a permis să procesăm cantități mari de date rapid.

Explicație:

* **Eficiența**: Vertex AI ne-a ajutat să automatizăm sarcinile repetitive, cum ar fi pregătirea datelor și antrenarea modelului. Acest lucru ne-a permis să reducem timpul și efortul necesar pentru dezvoltarea și implementarea modelului.
* **Utilizarea unei arhitecturi de date Plug-and-Play**: BigQuery, Pub/Sub și Dataflow ne-au oferit scalabilitatea necesară pentru a gestiona cantități mari de date. Acest lucru ne-a asigurat că aplicația noastră este capabilă să facă față creșterii cererii in scenarii precum integrarea in arhitectura de date a noi senzori, fara a trebui sa rescriu arhitectura.
* **Capacitate de adaptare**: Vertex AI, BigQuery, Pub/Sub și Dataflow ne-au oferit flexibilitatea necesară pentru a adapta aplicația la nevoile noastre specifice. Această tehnologie ne-a permis să folosim instrumentul nostru preferat pentru a învăța din date și să conectăm aplicația noastră cu alte sisteme pe care le folosim deja.

**3.Tehnologii și Module Python:**

* TensorFlow și Keras pot fi utilizate pentru a crea sisteme care pot învăța și se pot adapta pe baza datelor. Aceste sisteme pot fi utilizate pentru o varietate de sarcini, cum ar fi identificarea inamicului, recunoașterea armatei prietene și generarea de strategii de luptă.
  + TensorFlow este o bibliotecă open-source pentru machine learning, care poate fi utilizată pentru a construi rețele neuronale artificiale. Rețelele neuronale artificiale sunt un tip de inteligență artificială care sunt inspirate de creierul uman.
  + Keras este o bibliotecă deasupra TensorFlow, care face mai ușoară construirea rețelelor neuronale artificiale.

Analogie:

* TensorFlow este ca un set de arme și muniție pentru a lupta împotriva inamicului. Aceste arme și muniție vă permit să luptați împotriva inamicului în moduri diferite, de la luptă la distanță la luptă la distanță apropiată.
* Keras este ca un manual de luptă. Acest manual vă face mai ușor să luptați împotriva inamicului, chiar dacă nu sunteți un soldat profesionist.
* Pandas și NumPy pot fi utilizate pentru a analiza datele. Aceste biblioteci pot fi utilizate pentru a găsi modele în date, pentru a genera rapoarte și pentru a lua decizii.
  + Pandas este o bibliotecă pentru manipularea eficientă a datelor. Poate fi utilizată pentru a citi datele din fișiere, a filtra datele și a crea diagrame.
  + NumPy este o bibliotecă pentru lucrul cu aranjamente de date complexe. Poate fi utilizată pentru a efectua operații matematice pe date.

Analogie:

* TensorFlow este ca un set de arme și muniție pentru a lupta împotriva inamicului. Aceste arme și muniție vă permit să luptați împotriva inamicului în moduri diferite, de la luptă la distanță la luptă la distanță apropiată.
* Keras este ca un manual de luptă. Acest manual vă face mai ușor să luptați împotriva inamicului, chiar dacă nu sunteți un soldat profesionist.
* JSON este un format de date care este utilizat pentru a reprezenta date într-un mod ușor de citit și scris.
  + JSON poate fi utilizat pentru a stoca date într-un format care este ușor de utilizat și de partajat.

Analogie:

* JSON este ca un set de coduri de acces pentru a intra într-o bază de date militară. Aceste coduri de acces vă permit să accesați datele din baza de date militară.
* OS și Pickle: Folosite pentru interacțiunea cu sistemul de operare, verificarea existenței fișierelor și serializarea/deserializarea obiectelor Python.
  + OS vă permite să controlați sistemul de operare, care este baza computerului. Acest lucru este important pentru a putea face lucruri precum să creați și să deschideți fișiere, care sunt esențiale pentru majoritatea aplicațiilor.
  + Pickle permite salvarea obiectelor Python într-un format care poate fi salvat și încărcat ulterior. Acest lucru este util pentru a stoca informații care pot fi utilizate ulterior.

Analogie:

* + OS este ca un set de chei și uși care vă permit să accesați și să controlați o bază militară. Aceste chei și uși vă permit să faceți lucruri precum accesarea clădirilor, lansarea rachetelor și declanșarea alarmelor.
  + Pickle este ca un set de instrucțiuni care vă permit să salvați o strategie militară într-un fișier și să o restabiliți din acel fișier.

**4.Gestionarea și Validarea Datelor:**

* Fișier de Configurație (machine\_learning.config): Permite utilizatorilor să configureze ușor datele fără a fi necesară o cunoștință detaliată a codului.
* Enum: Utilizat pentru a defini tipuri de enumerare și a crea un set restricționat și predefinit de valori constante.

**5.Gestionarea Argumentelor în Linia de Comandă:**

* Argparse: Utilizat pentru analiza argumentelor din linia de comandă atunci când se rulează scripturile, oferind utilizatorilor o modalitate flexibilă de a interacționa cu aplicația.

Analogie:

* + Argparse este ca un traducător militar. Acest traducător traduce comenzile primite de la un comandant într-un format pe care soldații îl pot înțelege.

# Despre capabilitățile existente: descrieți capabilitățile curente și propuneți evaluarea performanței proiectului.

Capabilități Curente:

**1.Prezicerea Valorilor de Debit:**

Modelul actual poate prezice valorile de debit pentru următoarele 30 de iterații, oferind o perspectivă asupra consumului viitor de energie.

**2.Interfață Configurabilă în aplicație Open Source:**

Utilizatorii pot ajusta periodicitatea la care datele sunt prezise prin intermediul unei interfețe intuitive create în programe Open Source.

**3.Precizie Inițială a Prezicerilor:**

Primele 30 de preziceri sunt exacte până la a 4-a zecimală, reflectând precizia inițială a modelului.

**4.~~Metrici de~~ Evaluare a Performanței:**

Acuratețe: Peste 95% din predicțiile sunt corecte în funcție de datele de intrare disponibile.

Evaluarea Performanței:

Pentru a evalua performanța proiectului, se pot utiliza următoarele metrici:

**1.Acuratețe:**

Acuratețea poate fi evaluată comparând valorile prezise cu cele reale într-un set de date de test.

Calcularea procentajului de predicții corecte oferă o măsură a performanței modelului.

**2.Eroare Medie Absolută (MAE):**

MAE poate fi calculată pentru a evalua cât de departe sunt prezicerile de valorile reale, exprimând o medie a abaterilor absolute. MAE, sau eroarea medie absolută, este o metrică de performanță care măsoară cât de departe sunt prezicerile de valorile reale. Ea este calculată luând media abaterilor absolute dintre preziceri și valori reale. MAE este o metrică de performanță utilă pentru a evalua modelele de învățare automată care sunt utilizate pentru a prezice valori numerice.

De ce utilizam MAE in acest context?

MAE este utilizata deoarece este o măsură a cât de departe sunt, în medie, prezicerile de valorile reale. Cu cât MAE este mai mic, cu atât prezicerile sunt mai precise.

**3.Timp de Răspuns:**

Se poate evalua timpul necesar pentru realizarea predicțiilor, asigurându-se că aplicația funcționează eficient.

**4.Consumul de Resurse:**

Evaluarea consumului de resurse (memorie, CPU) pentru a asigura eficiența aplicației în diferite medii de implementare.

Aceste metrici pot fi ajustate în funcție de natura specifică a problemei și a datelor utilizate. Evaluarea trebuie să fie realizată pe seturi de date de testare diverse și reprezentative pentru a obține o perspectivă comprehensivă asupra performanței modelului.

# Despre capabilitățile viitoare: descrieți intențiile de dezvoltare ulterioară a capabilităților. Dacă este cazul, descrieți și modul în care credeți că instituțiile organizatoare vă pot sprijini în dezvoltarea proiectului.

Intenții de dezvoltare ulterioară a capabilităților

În viitor, intenționăm să dezvoltăm proiectul în următoarele direcții:

* Extinderea aplicației pentru a sprijini predicții pentru alte tipuri de variabile: Spre exemplu optimizarea consumului de combustibil pentru mașini de lupta(tanc, blindate) in funcție de particularitățile terenului de deplasare, viteza si încărcare, regim de lupta.
* Implementarea aplicației pe dispozitive mobile: Acest lucru ar permite utilizatorilor să acceseze aplicația de oriunde și să beneficieze de predicții în timp real. Spre exemplu optimizarea traseului pentru echipamente militare balistice(rachete, proiectile) in funcție de particularitățile distanta si traiectoria de deplasare, viteza si încărcare, tipul de exploziv, condiții meteorologice.

Suportul instituțiilor organizatoare

Instituțiile organizatoare pot sprijini dezvoltarea proiectului în următoarele moduri:

* Oferirea de acces la posibile studii de caz: Instituțiile din domeniul securității naționale au acces la o gamă largă de posibile studii de caz care ar putea fi utilizate pentru a îmbunătăți performanța modelului de predicție a consumului de energie.
* Oferirea de sprijin financiar: Finanțarea din partea instituțiilor organizatoare ar putea contribui la accelerarea dezvoltării proiectului și la extinderea acestuia la noi domenii.
* Oferirea de expertiză tehnică: Experții din cadrul instituțiilor organizatoare ar putea oferi asistență tehnică în dezvoltarea și implementarea proiectului.

Exemple specifice de sprijin

Iată câteva exemple specifice de sprijin pe care instituțiile organizatoare îl pot oferi proiectului:

* Ministerul Apărării Naționale: poate oferi acces la posibile studii de caz privind consumul de energie al echipamentelor militare.
* Ministerul Afacerilor Interne: poate oferi acces la posibile studii de caz privind consumul de energie al clădirilor și instalațiilor guvernamentale.
* Serviciul Român de Informații: poate oferi acces la posibile studii de caz privind consumul de energie al infrastructurii critice.
* Serviciul de Telecomunicații Speciale: poate oferi sprijin în dezvoltarea și implementarea aplicației pe dispozitive mobile, de asemenea poate oferi informații privind particularitățile tehnice legate de frecventa de banda utilizata pentru perturbarea algoritmului
* Serviciul de Protecție și Pază: poate oferi sprijin în dezvoltarea și implementarea aplicației pentru a sprijini predicții pentru alte tipuri de variabile.

Asociația New Strategy Center este partener în organizarea concursului PatriotFest și este cea care a propus proiectul. Asociația are o experiență vastă în domeniul securității naționale și în domeniul inovației și poate oferi sprijin în următoarele domenii:

* Gestionarea proiectului: Asociația poate oferi sprijin în gestionarea proiectului, inclusiv în planificare, execuție și monitorizare.
* Interconectarea intre serviciile de apărare națională: Asociația poate oferi sprijin în promovarea proiectului către publicul larg și către comunitatea de inovație.
* Parteneriate: Asociația poate ajuta la identificarea de noi parteneri care ar putea sprijini dezvoltarea proiectului si internaționalizarea lui in cadrul NATO.

În concluzie, proiectul are potențialul de a deveni un instrument valoros pentru diverse domenii utile securității naționale. Cu sprijinul instituțiilor organizatoare, proiectul poate fi dezvoltat în continuare și poate fi extins la noi domenii.