**Analiza podataka i primjena algoritama mašinskog učenja na podacima o proizvodnji solarne energije**

**Opis problema**

Projekat se fokusira na analizu podataka o proizvodnji solarne energije na području Čačka u Srbiji, sa ciljem identifikacije ključnih faktora koji utiču na proizvodnju solarne energije. Glavni cilj je kreirati modele koji mogu precizno predviđati proizvodnju električne energije po satu.

Ovo rešenje omogućava:

* Optimizaciju proizvodnje energije.
* Bolje planiranje potrošnje energije.
* Efikasnije korišćenje solarne energije u pametnim gradovima.

Razlog za odabir problema proizilazi iz značaja solarne energije kao obnovljivog izvora, njene uloge u smanjenju emisije štetnih gasova i postizanju održivog razvoja, budućnost leži u obnovljivim izvorima energije.

Ovo rješenje se može integrisati u distribuirane sisteme pametnih gradova, gdje bi više lokalnih čvorova (npr. solarne elektrane) doprinijelo centralizovanom upravljanju proizvodnjom i potrošnjom energije.

**Skup podataka**

Opis podataka:

Podaci korišćeni u projektu preuzeti su sa platforme [AI4EU](https://www.ai4europe.eu/research/ai-catalog/solar-energy-production-dataset). Skup podataka sadrži sledeće karakteristike:

* AirTemperature (°C): Temperatura vazduha koja utiče na efikasnost solarnih panela.
* CloudOpacity (%): Količina oblačnosti na nebu izražena u procentima. Veće vrijednosti neprozirnosti oblaka znače više oblačnosti, što smanjuje količinu sunčeve svjetlosti koja dopire do solarnih panela. Niže vrijednosti ukazuju na jasnije nebo sa više direktne sunčeve svjetlosti.
* DHI (kW/m²): Difuzno horizontalno zračenje (DHI) je sunčevo zračenje primljeno na horizontalnu površinu sa cijelog neba. Uključuje i direktnu i raspršenu sunčevu svjetlost. Mjeri se u kilovatima po kvadratnom metru (kW/m²).
* DNI (kW/m²):  Direct Normal Irradiance (DNI) predstavlja sunčevo zračenje primljeno direktno od sunca na površinu okomitu na sunčeve zrake. Mjeri se u kilovatima po kvadratnom metru (kW/m²).
* EBH (kW/m²): Extraterrestrial Horizontal Irradiance (EBH) je količina sunčevog zračenja koja bi se primila na površini Zemlje da ne postoji atmosfera. Mjeri se u kilovatima po kvadratnom metru (kW/m²).
* GHI (kW/m²): Global Horizontal Irradiance (GHI) je ukupno sunčevo zračenje primljeno na horizontalnu površinu, uključujući direktne i difuzne komponente. Mjeri se u kilovatima po kvadratnom metru (kW/m²).
* Proizvodnja – Lokacija 1 (kWh): Ova varijabla predstavlja proizvodnju električne energije iz solarnih panela na lokaciji 1 u kilovat-satima (kWh). Daje se kao satni prosjek, koji označava količinu proizvedene električne energije tokom svakog sata.
* Proizvodnja – Lokacija 2 (kWh): Ova varijabla predstavlja proizvodnju električne energije iz solarnih panela na lokaciji 2 u kilovat-satima (kWh). Daje se kao satni prosjek, koji označava količinu proizvedene električne energije tokom svakog sata.
* Proizvodnja – Lokacija 3 (kWh): Ova varijabla predstavlja proizvodnju električne energije iz solarnih panela na lokaciji 3 u kilovat-satima (kWh). Daje se kao satni prosjek, koji označava količinu proizvedene električne energije tokom svakog sata.

Izvori podataka: [AI4EU - Solar Energy Production Dataset](https://www.ai4europe.eu/research/ai-catalog/solar-energy-production-dataset).

**Algoritmi i modeli**

Za rješavanje problema korišćeni su sledeći algoritmi mašinskog učenja:

1. Random Forest Regressor:
   * Ensemble metoda sa više stabala odluka za predviđanje kontinuiranih vrednosti.
   * Robustna je i može modelovati nelinearne odnose.
2. Pipeline sa StandardScaler:
   * Normalizacija podataka za efikasno treniranje modela.

Evaluacija modela uključuje:

* MAE (Mean Absolute Error): Prosečna apsolutna greška.
* MSE (Mean Squared Error): Prosečna kvadratna greška.
* R² Score: Koeficijent determinacije.

**Tehnologije i alati**

Projekat koristi sledeće tehnologije:

* Python: Glavni programski jezik.
* Pandas: Manipulacija i analiza podataka.
* NumPy: Numeričke operacije.
* Scikit-learn: Implementacija algoritama mašinskog učenja.
* Plotly: Vizualizacija podataka.
* Flask: Backend framework.
* HTML/CSS/Bootstrap: Frontend za aplikaciju.
* Jinja2: Templating engine.
* Visual Studio Code: Razvojno okruženje.

**Implementacija**

1. Preprocesiranje podataka
   * Uklanjanje nedostajućih vrednosti.
   * Grupisanje podataka po satnom intervalu.
2. Razvoj modela
   * Trenirani su zasebni modeli za svaku lokaciju i ukupnu proizvodnju.
3. Evaluacija i vizualizacija
   * Prikaz grafova za predikcije i uticaj ulaznih parametara na proizvodnju.
4. Razvoj korisničkog interfejsa
   * Dinamički frontend sa grafičkim prikazima rezultata.
   * Responzivni dizajn za prikaz podataka na svim uređajima.

**Ciljevi projekta**

Primarni ciljevi:

* Analiza podataka i identifikacija ključnih faktora.
* Razvoj modela za predikciju proizvodnje energije.
* Implementacija aplikacije sa korisničkim interfejsom.

Sekundarni ciljevi:

* Vizualizacija uticaja ulaznih parametara kroz interaktivne grafove.
* Unapređenje korisničkog iskustva kroz moderni dizajn aplikacije.

**Zaključak**

Projekat pruža alat za analizu i predikciju solarne energije sa sledećim benefitima:

* Bolje razumevanje faktora koji utiču na proizvodnju.
* Optimizacija energetskog sistema.
* Vizualizacija rezultata i intuitivno korisničko iskustvo.

Budući pravci razvoja:

* Proširenje na druge geografske lokacije.
* Integracija sa podacima u realnom vremenu.
* Primena naprednijih algoritama kao što su duboke neuronske mreže.

Model omogućava buduću integraciju u distribuirane energetske mreže pametnih gradova, čime se doprinosi efikasnijem upravljanju obnovljivim izvorima energije na većem geografskom nivou.

**Reference**

1. [AI4EU - Solar Energy Production Dataset](https://www.ai4europe.eu/research/ai-catalog/solar-energy-production-dataset)
2. [Scikit-learn Documentation](https://scikit-learn.org/stable/)
3. [Flask Documentation](https://flask.palletsprojects.com/en/stable/)
4. [Plotly Documentation](https://plotly.com/python-api-reference/)
5. [MAE (Mean Absolute Error), MSE (Mean Squared Error), R² Score](https://medium.com/analytics-vidhya/mae-mse-rmse-coefficient-of-determination-adjusted-r-squared-which-metric-is-better-cd0326a5697e)