

Predviđanje jačine betona

Uvod

Beton je najvažniji materijal u građevinarstvu. Najvažnije svojstvo betona jeste njegova kompresivna snaga - maksimalni pritisak pri kom beton ne menja oblik permanentno, tj. ne puca.

Glavni sastojci betona su voda, cement i agregat. Kompresivna snaga betona zavisi od odnosa tih glavnih sastojaka, drugih dodataka koji služe da mu daju razna svojstva, i vremena sušenja. Međutim, ta zavisnost je vrlo nelinearna.

Cilj istraživanja

Zbog relativne nepredvidivosti snage betona, često se na samom gradilištu moraju izvoditi ispitivanja kako bi se utvrdila snaga smeše betona koja se koristi. Cilj ovog istraživanja, jeste da se na osnovu laboratorijskih podataka o 1030 uzoraka betona i njihovim karakteristikama, kreira model koji predviđa kompresivnu snagu betona, na osnovu tih karakteristika.

Detalji iz analize podataka

Skup podataka sadrži 1030 uzoraka, sa po 9 karakteristika, tj. 8 ulaznih promenljivih i jednom izlaznom promenljivom. Ovih 9 karakteristika su:

1. Količina cementa izražena u kg / m^3
2. Količina vode izražena u kg / m^3
3. Količina finog agregata izražena u kg / m^3
4. Količina grubog agregata izražena u kg / m^3
5. Količina superplastifikatora izražena u kg / m^3
6. Količina ugljanog pepela izražena u kg / m^3
7. Količina mlevena granulirane troske izražena u kg / m^3
8. Vreme sušenja uzorka izraženo u danima.
9. Kompresivna snaga betona, izražena u megapaskalima (MPa).

Sve promenljive su numeričke, realne, i nema nedostajućih vrednosti.

Korišćeni algoritmi

1. Linarni model

Radi demonstracija nelinearnosti funkcije zavisnosti snage od sastojaka posmatran je i linearni model. Linearni model je prosta težinska suma:

$$y = W * X + b = \sum_{i=1}^n w_i * x_i + b$$

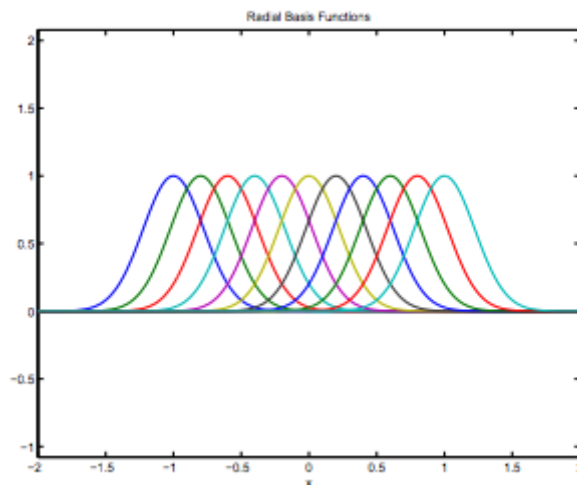
Koeficijenti težinske sume se određuju gradijentom metodom, minimizujući sumu kvadrata grešaka.

2. Support Vector Regression (Radial Basis Function)

Za razliku od linearnog modela koji minimizuje grešku linearne sume, *Support Vector Regression*, *Radial Basis Function* algoritam minimizuje grešku sume baznih funkcija, $b(x)$:

$$b(x) = e^{\frac{-(x-c_k)^2}{2\sigma^2}}$$

pri čemu su $b(x)$ funkcije oblika Gausove raspodele.

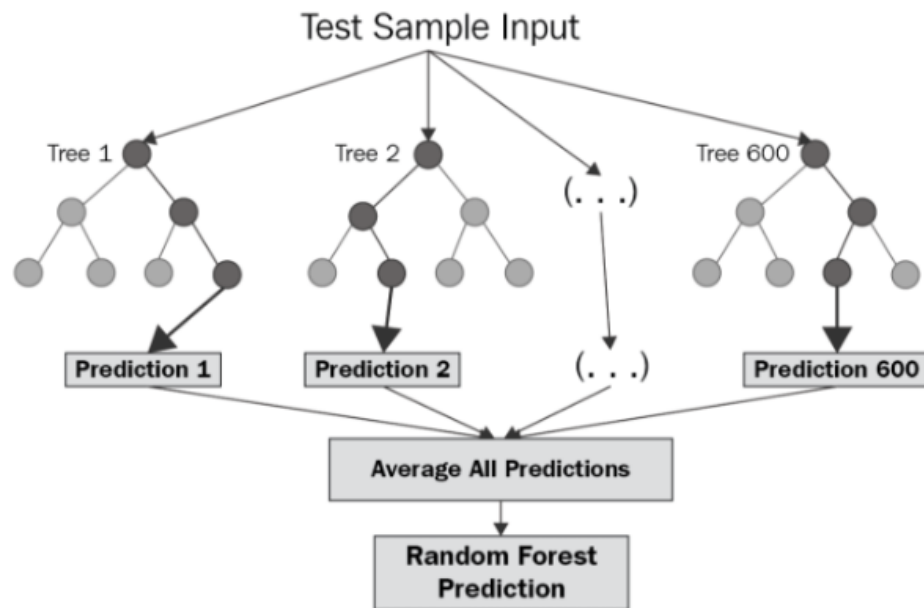


Slika 1: Primer skupa baznih funkcija

Zatim sa zadatom prezinošću ϵ vrši regresiju.

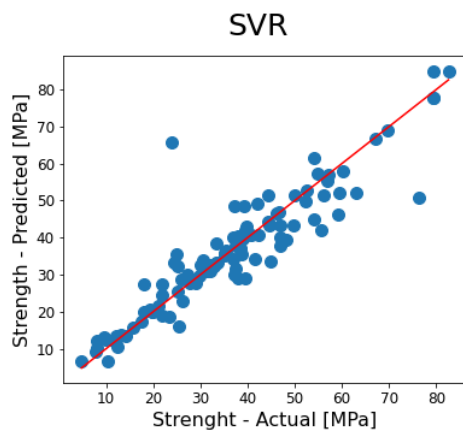
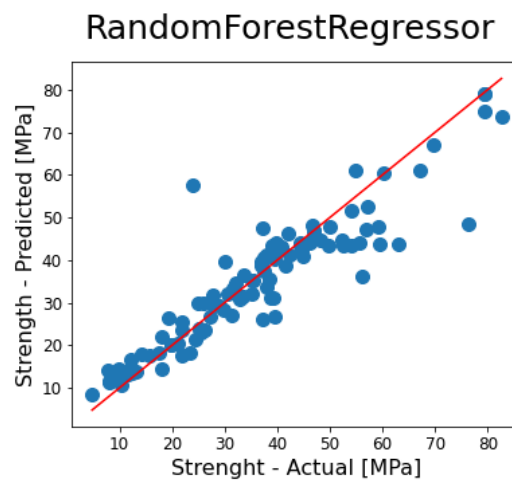
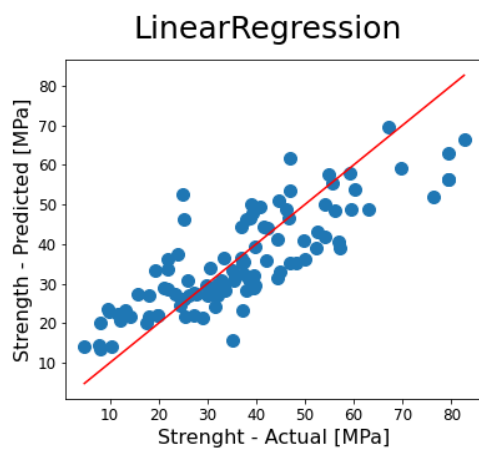
3. Random Forest Regressor

Random Forest Regressor se bazira na uprosečavanju rezultata odluka donetih preko velikog broja stabala odlučivanja. Stabla odlučivanja se kreiraju na osnovu podskupa početnog skupa podataka koji se formira nasumičnim biranjem entiteta, i to na takav način da se neki entiteti pojavljuju više puta a neki ni jednom, pa se ne iskorišćeni podaci koriste kao test skup. Česta modifikacija algoritma jeste promena broja promenljivih koje se uzimaju u obzir prilikom kreiranja individualnih stabala.



Slika 2: Proces odlučivanja *Random Forest Regressor* algoritma

Analiza performansi modela



Kao što je prikazano na grafiku, linearni model postiže najlošije performanse. To je i očekivano usled nelinearnosti problema. SVR i RFR postižu slične rezultate, iako SVR ima malo manju tačnost i osetljiviji je na promene hiperparametara. Precizne performanse date su u tabeli.

Koeficijent determinacije (R^2) na osnovu 100 iteracija unakrsne validacije	
Linarni model	0.558 ± 0.061
Support Vector Regressor	0.874 ± 0.031
Random Forest Regressor	0.887 ± 0.019

Zaključci

Cilj ovog rada bio je da se kreira model koji predviđa kompresivnu snagu betona. Isprobane su različiti modeli i algoritimi, i pokazalo se da je model koji je najpgododniji za rešavanje problema predviđanja kompresivne snage betona Random Forest model.