

Analiza demodulacije qpsk signala u slučaju kanala sa abgš, greške sinhronizacije faze i uticaja multi-path kanala – primena machine learning tehnika naïve bayes, support vector machine

Mateja Stojković, Nikola Drakulić

Avgust 2023

1 Uvod

1.1 Naivni Bayesov klasifikator

Ideja je iskoristiti Bayesov teorem za klasifikaciju. Bayesov teorem je data sa:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Gde je A događaj za koji želimo da znamo koja je verovatnoća da se desi ukoliko znamo da se desio događaj B . Ovu formulu prilagođavamo QPSK klasifikaciji tako što su mogući događaji:

$$S \in \{S_1, S_2, S_3, S_4\} \quad (2)$$

Poznati događaj je izmerena faza I i kvadratura Q . Modelujemo verovatnoću da se desio neki izmereni događaj pomoću Gausove raspodele:

$$f_{Q,S_i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{Q,S_i}^2}} e^{-\frac{(x-\mu_{Q,S_i})^2}{2\sigma_{Q,S_i}^2}}; f_{I,S_i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{I,S_i}^2}} e^{-\frac{(x-\mu_{I,S_i})^2}{2\sigma_{I,S_i}^2}} \quad (3)$$

Kako su merenja faze i kvadrature nezavisna zaključujemo da je konačna formula:

$$P(B|S_i) = P(x, y|S_i) = P(x|S_i)P(y|S_i) = f_{I,S_i}(x)f_{Q,S_i}(y) \quad (4)$$

Parametre σ_{I,S_i}^2 i μ_{I,S_i} računamo nad trening podacima:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n; \quad \sigma = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (x_n - \mu)^2 \quad (5)$$

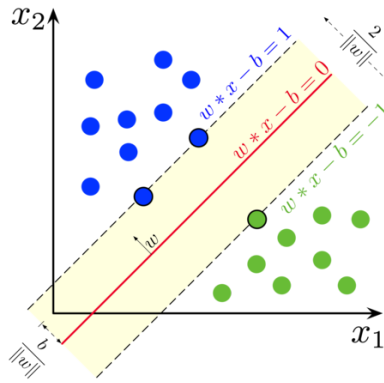
Napomena je da kako je $P(B)$ konsta koja nije vezana za određeni simbol nju nije potrebno računati. Tako da je jedina još neophodna informacija $P(S_i)$ koju možemo da izračunamo iz trening skupa podataka.

1.2 Support Vector Machine

Osnovna ideja SVM-a (Support Vector Machine) je da se nađe hiper-ravan koja najbolje razdvaja podatke u prostoru. Za QPSK imamo 4 simbola, pa je potrebno imati 2 klasifikatora koje klasifikuju podatke, jedan klasifikator za komponentu u fazi (I) i komponentu u kvadraturi (Q). Posto SVM može koristiti različite matematičke funkcije (kernele) kako bi transformisao podate, mi smo koristili linearni kernel, jer je on sasvim dovoljan za posao koji radimo i daje dobre rezultate. Kada se pronadju parametri koji najbolje razdvajaju podatke, oni se onda koriste za klasifikaciju novih podataka. (pogledati sliku 1)

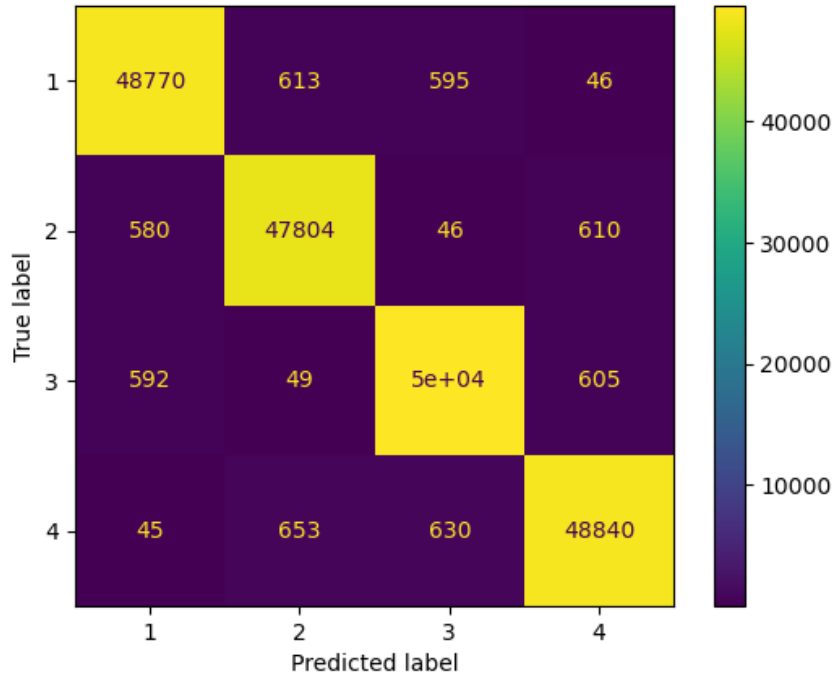
2 Metod

U prvom trening setu koristimo po 20000 merenja za svaki od 8 datih SNR odnosa. Dati SNR odnosi su 0dB, 3dB, 6dB, 9dB, 12dB, 15dB, 18dB, 21dB. U drugom trening setu koristimo 4 različite SNR vrednosti (3dB, 6dB, 9dB, 12dB). U trećem trening setu imamo podatke sa multipath kanala. Ti podaci podrazumevaju trenutni i dva prethodna merenja, a tačna simbol takvog podatka je simbol trenutnog merenja.



Slika 1: Vizualizacija rada SVM odlucivanja

SVM: Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.97468



Slika 2: Kofuziona matrica primenom metode klasičnog odlučivanja.

3 Rezultati

Posmatraćemo rezultate za tri metode: Naivni Bayesov klasifikator, SVM i klasične metode. Mozemo primetiti da su rezultati za SVM i Naivni Bayesov klasifikator slični, dok su rezultati za klasične metode malo lošiji. Po našem mišljenju, upotreba SVM-a i Naivnog Bayesovog klasifikatora nije opravdana, jer ne daju dovoljno dobre rezultate u odnosu na klasične metode.

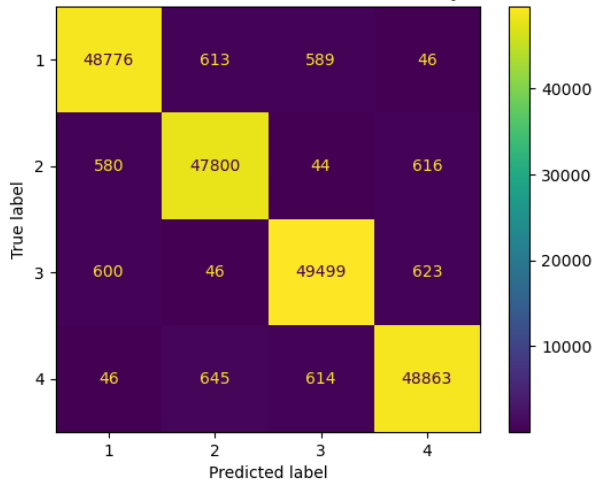
3.1 Multipath rezultati

Hipoteza je bila da ukoliko su poznati predhodni simboli multipath kanala, da će otklanjanje grešaka u podacima biti uspješnije. Dobijeni rezultati ukazuju da to nije slučaj, čak šta više, ispostavlja se da je gore nego da radimo bez njega. Ovo se može objasniti time što ne postoji korelacija između prethodnih i budućih simbola.

4 Zaključak

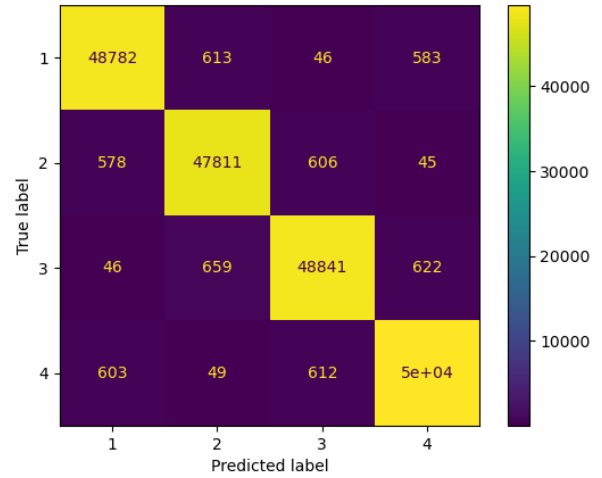
Kako je problem jednostavan, metode ML-a iako daju slične (ili malo bolje) rezultate od klasičnih metoda, ne daju dovoljno dobre rezultate da bi se koristile u praksi. Ovo se može objasniti time što je problem jednostavan i klasične metode su dovoljne da se reši problemi. Takođe, SVM i Naivni Bayesov klasifikator su dosta kompleksniji od klasičnih metoda, pa je njihova upotreba neopravdana.

NB: Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.97469



(a) Konfuziona matrica primenom Naivnog Bajasovog klasifikatora

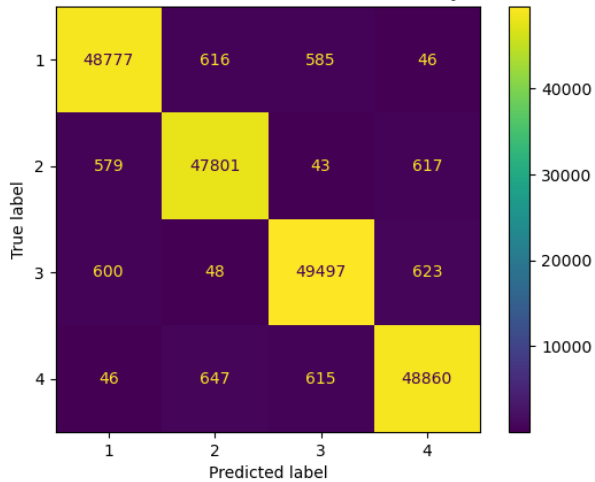
SVM: Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.97469



(b) Konfuziona matrica primenom Support vector machine klasifikatora

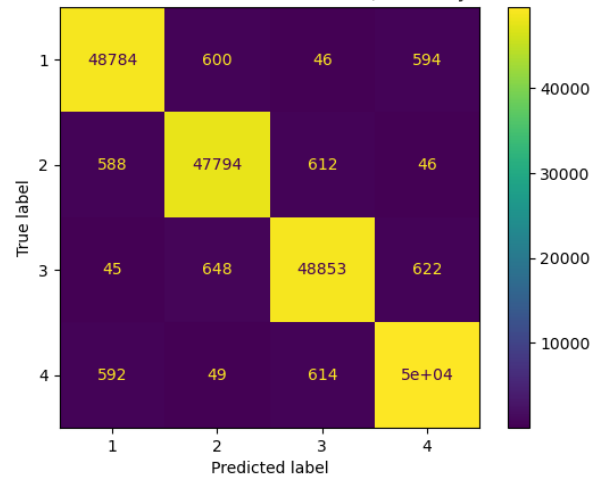
Slika 3: Konfuzione matrice obučavane nad svim SNR odnosima

NB: Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.97468



(a) Konfuziona matrica primenom Naivnog Bajasovog klasifikatora

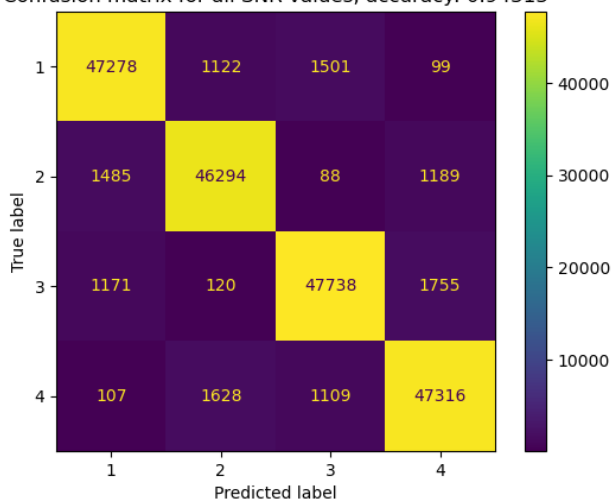
SVM: Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.97472



(b) Konfuziona matrica primenom Support vector machine klasifikatora

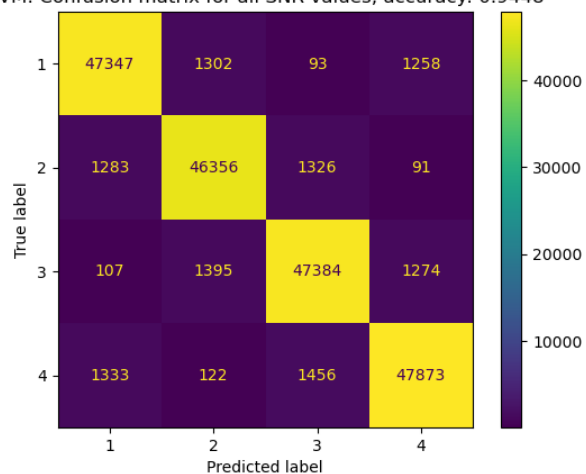
Slika 4: Konfuzione matrice obučavane nad pola SNR odnosa

Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.94313



(a) NB klasifikator

SVM: Confusion matrix for all SNR values, accuracy: 0.9448



(b) SVM klasifikator

Slika 5: Konfuzione matrice obučavane nad multipath kanalom za sve odnose SNR-a