

МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

СЕМИНАРСКИ РАД ИЗ РАЧУНАРСКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ

# **РАЗВИЈАЊЕ ХИБРИДНОГ СИСТЕМА КОЈИ КОМБИНУЈЕ ФАЗИ ЛОГИКУ И ДУБОКО УЧЕЊЕ ЗА ЗАДАТКЕ КЛАСИФИКАЦИЈЕ СЛИКА**

Професор:  
Александар Картељ

Асистенти:  
Стефан Капунац  
Денис Аличић

Студенти:  
Емилија Стевановић 100/2019  
Ана Величковић 170/2019

**Београд, јун, 2023.**

# **Садржај**

## **1 Увод**

## **2 Модел**

2.1. Језик, пакети и подаци

2.2. Обрада података

2.3. Дубоко учење

2.4. Фази логика

2.5. Хибридни систем

## **3. Резултати**

3.1. Бирање рандом слика

3.2. тачност код дубоког учења

3.3. хибридни систем

## **4. Закључак**

## **5. Литература**

# 1 Увод

У овом семинарском раду истражујемо развој хибридног система који комбинује фазну логику и дубоко учење за задатке класификације слика. Класификација слика представља изазовно подручје истраживања, а комбинација ових техника пружа могућност да се искористе предности оба приступа. У наставку рада ћемо пружити преглед поступка развоја хибридног система, од прикупљања и припреме података, преко обуке фаза логичког модела и дубоког учења, до евалуације перформанси система.

## 2 Модел

### 2.1. Језик, пакети и подаци

За решавање овог проблема коришћен је програмски језик **Python**, а библиотеке које су коришћене су: tensorflow, numpy, matplotlib, statistics, enum и random. Систем је тестиран над скупом података: fashion MNIST. То је скуп података који се често користи у домену машинског учења. Састоји се од 70000 слика у црној-белој резолуцији поделјених у 10 различитих категорија одеће и модних додатака. Свака слика представља појединачни комад одеће, као што су мајице, сукње, панталоне, патике, торбе итд. Овај скуп података је популаран зато што пружа изазов за развој алгоритама класификације слика, али је мање комплексан од класичног MNIST скупа података који садржи слике руком писаних цифара. Fashion MNIST је јавно доступан скуп података и може се преузети са различитих извора, укључујући TensorFlow и Keras библиотеке.

## 2.2. Обрада података

Пре било каквог извршавања алгоритама класификације слика над неким скупом података, потребно је извршити анализу и претпроцесирање података како би се обезбедила квалитетна припрема скупа података за обуку модела. Овај процес укључује следеће кораке:

1. Прикупљање и припрема података: податке је потребно преузети са одговарајућег извора, врши се припрема података, што може укључити дељење скупа података на тренинг, валидацију и тест податке.

2. Анализа података: први корак је разумевање структура и карактеристика података у Fashion MNIST скупу. То укључује прегледање узорака слика из различитих категорија, анализирање димензија скупа, као и самих слика.

3. Препроцесирање података: као последњи корак припреме јесте препроцесирање где је потребно да податке пребацимо у одговарајући указну форму за обуку модела. Ово укључује нормализацију или стандардизацију података пискела слика, смањење шума, уклањање непотребних атрибута, разних други конверзија.

## 2.3. Дубоко учење

Након обраде података, потребно је креирати модел. Модел се састоји од више слојева, једног улазног, једног излазног слоја и једног међуслоја. Користили смо методу Sequential како би креирали инстанцу модела која представља секвенцијални модел неуронске мреже, где додајемо слоје један за другим. Како би олакшали рад слике смо иж формата (28x28 дим) прво поравнали у вектор (784 дим). То смо радили преко

методе Flatten. За међуслој смо користили потпуно повезани слој, а активациону функцију коју смо користили је *relu*, која даје на нелинеарности излаза. Као излазни слој смо користили исти слој као и у претходном, али смо сад искористили уместо *relu* другу активациону функцију, *softmax*, јер смо у последњем слоју користили 10 неурона, који служе за излазне категорије, тј. 10 различитих класа одеће у датом скупу података. Ова активациона функција се користи за претварање излазних вредности у вероватноћу за сваку класу. Након формирања модела, компајлирамо модел са одговарајућим параметрима. Користили смо адам као оптимизатор, а за функција губитка категоричку кросентропију, јер се користи за мултикласну класификацију, када су лабеле представљене као целобројни индекси. Метрику коју смо користили јесте тачност, за праћење квалитета самог модела. Након овог корака модел је спреман за обуку на датом скупу и тада се врши обучавање преко *fit* функције. Потребно је проверити колико је обучени модел добар. Излазне податке из датог модела искористићемо за улазне податке за фази логику.

## 2.4. Фази логика

У претходном поглављу смо приказали како смо направили модел којим смо добили излазне податке, а које ћемо искористити за улазне податке у расплутим системима. Дешава се процес фазификације, тј. улазни подаци се преводе у фази репрезентацију. Као улазне податке смо користили време и формалност и на основу њих смо одредили који одевни предмет може да се носи и у којој продавници да се купи. Време смо поделили на три категорије: топло, умерено и хладно, формалност смо исто поделили на три категорије: формално, умерено и неформално. На основу датих правила

које смо применили над улазним подацима, добили смо излазне податке које имају вредност имена продавница. Потребно је над излазним подацима извршити дефазификацију.

## **2.5. Хибридни систем**

Дати проблем смо решили коришћењем хибридног система, тако што смо над улазним подацима тестирали модел, а излаз из тих података смо користили као улаз у фази логику, где смо податке прилагодили фази логици користећи две карактеристике које су наведене у претходном поглављу.

## **3. Резултати**

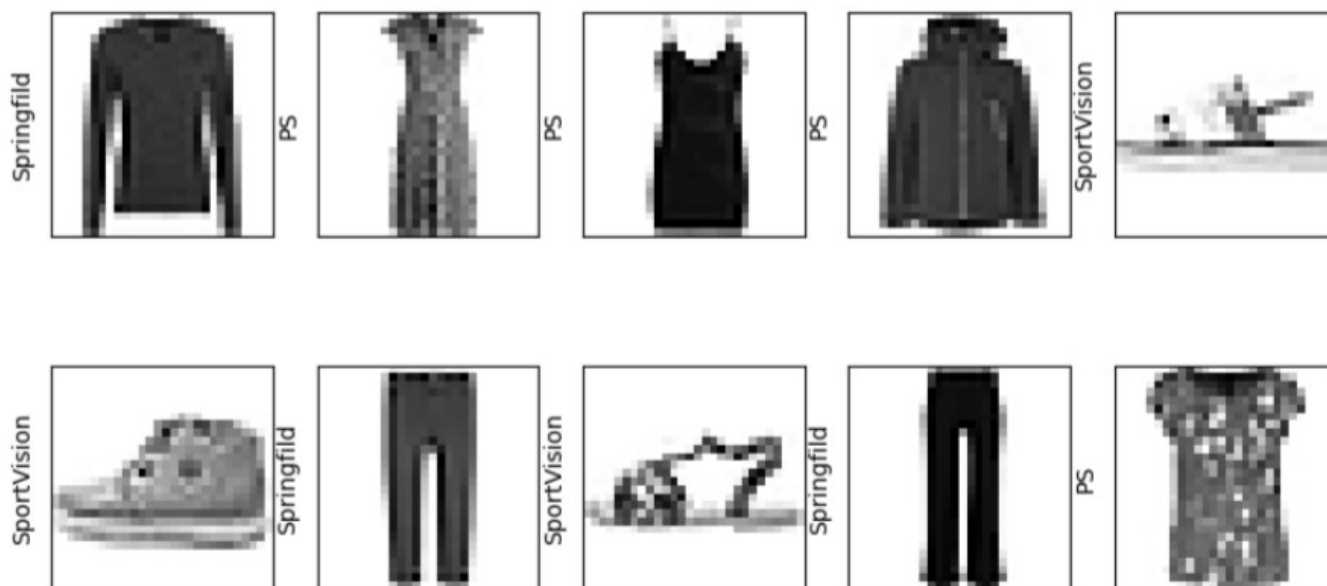
### **3.1. Бирање рандом слика**

Коришћењем пајтон библиотеке рандом генеришемо рандом индексе за слике које смештамо у променљиву низ. Променљива слике нам служи да проверимо која је предвиђена категорија за насумично одабране слике.

### **3.2. Тачност код дубоког учења**

Посматрамо како се мења тачност приликом покретања неуронске мреже. Наша неуронска мрежа има 10 епоха и тачност расте кроз епохе, у последњој је 0.91.

### 3.3. Хибридни систем



На слици је приказан резултат. За насумчно одабран комад одеће је помоћу фази логике одређено у којој радњи би одређени комад требало купити у складу са временом и степеном формалности. У продавницу PS Fashion ћемо отићи уколико желимо одећу за формални догађај, без обзира какво је време (топло, умерено или хладно). У Springfield-у ћемо купити гардеробу за хладно и неформално, а у свим осталим случајевима идемо у Sport Vision.

## 4. Закључак

На основу резултата, закључујемо да хибридни систем класификације слика који комбинује неуронску мрежу и фази логику представља ефикасно и моћно решење за побољшање тачности и интерпретабилности класификације слика. Ова комбинација омогућава да се искористе предности неуронских мрежа у учењу сложених образаца и аутоматизовању процеса.

Фази логика омогућава да се закључци изведени из неуронске мреже представе на јасан и разумљив начин.

Такође, хибридни систем класификације слика има ширу примењивост, јер фази логика може да се користи за моделирање неизвесности и ручно дефинисање правила на основу доменског знања. Ово омогућава прилагодљивост система у различитим окружењима и омогућава стручњацима да додају или модификују правила како би се побољшала класификација.

Што се тиче унапређивања, могла би се испробати комплекснија неуронска мрежа са различитим слојевима, као и увођење нових и комплекснијих правила у фази систем ради другачијих закључака.

## 5. Литература

[1] <https://github.com/MATF-RI>

[2] <https://github.com/matfvi>