

# ПРОГРАМ ЗА ПРЕПОЗНАВАЊЕ СЛОВА АЗБУКЕ

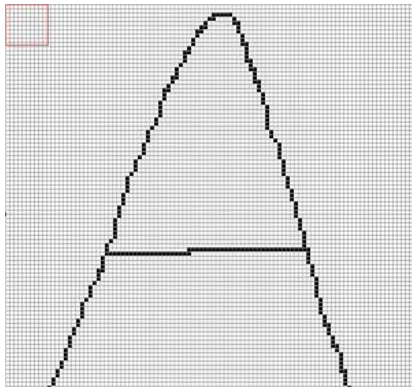
## УВОД

Задатак програма је да на основу уčitаног фајла који представља руком написану слику слова покаже о коме се слову ради. Технологија којом је ова замисао постала могућа јесте једна од могућих имплементација система вјештачке интелигенције – неуронска мрежа.

## ОБРАДА СЛИКЕ

Слика није ништа друго до дводимензионални сигнал. Он је дефинисан преко математичке функције  $f(x,y)$  гдје су  $x$  и  $y$  хоризонтална и вертикална координата. Вриједност  $f(x,y)$  сваке тачке даје вриједност пиксела те тачке на слици. Заправо, слика није ништа друго до дводимензионални низ бројева у распону од 0 до 255. Димензије слике су заправо димензије тог дводимензионалног низа.

У овом програму посматра се црно-бијела слика и то формата .jpg величине 100x100 пиксела. Слика се обрађује тако што се у свакој подматрици 10x10 ове 100x100 матрице, преброје црни пиксели и доведу на улаз неуронске мреже.



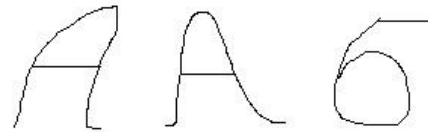
## ВРИЈЕМЕ ОБУЧАВАЊА

Вријеме потребно за обучавање неуронске мреже је 5 секунди. Поступак обучавања се итеративно понавља кроз 10 итерација/епоха.

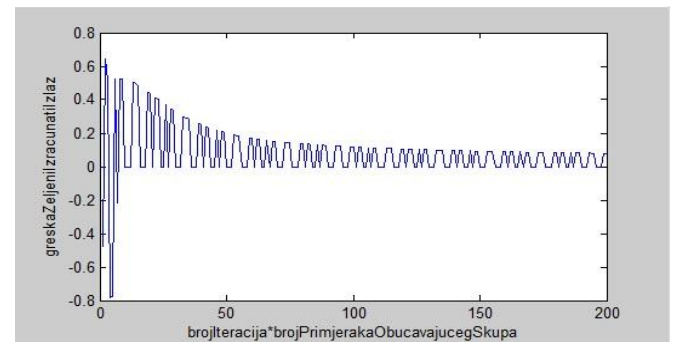
## ПРОЦЕНАТ ТАЧНОСТИ

За тестни скуп који садржи примјерке који усправних слова, проценат тачности је 100%. Ситуација се компликује када бивају пропуштени тестни примјерци који представљају укошено писано слово А удесно или слово А код кога је један крак усправан, а други укошен. За такве тестне примјере проценат тачности је 80%.

Мрежа griјеши у сљедећим случајевима:



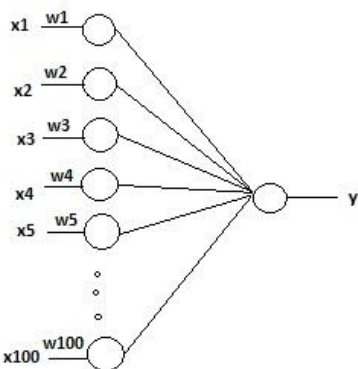
## ГРАФИК ОДНОСА ЖЕЉЕНОГ И ИЗРАЧУНАТОГ ИЗЛАЗА



## НЕУРОНСКА МРЕЖА

Коришћена неуронска мрежа у улазном слоју има 100 неурона, а улазном тачно један. На улазе се доведе укупан број црних пиксела у подматрицама којих има укупно 100, тај број црних се множи са тежинама, сумирају се све тежине и све то се пропусти кроз сигмоидну функцију. За обучавање неуронске мреже користи се алгоритам оптимизације првог реда (алгоритам опадајућег градијента). Као функцију грешке кориштена је квадратна грешка. За обучавање неуронске мреже, кориштен је обучавајући скуп од 20 слика слова, 10 слова А и 10 слова Б. За сваки узорак из овог обучавајућег скупа урађено је:

1. Израчунавање излаза из неуронске мреже (forward-pass).
2. Израчунавање вриједности функције грешке на основу израчунатог и жељеног излаза.
3. Израчунавање градијента функције грешке у односу на излаз.
4. Пропагирање уназад (backpropagation) градијент и рачунање градијента тежине сваког неурона (backward-pass).
5. Ажурирање тежине неурона коришћењем алгоритма опадајућег градијента.



### Примјерци обучавајућег скупа

