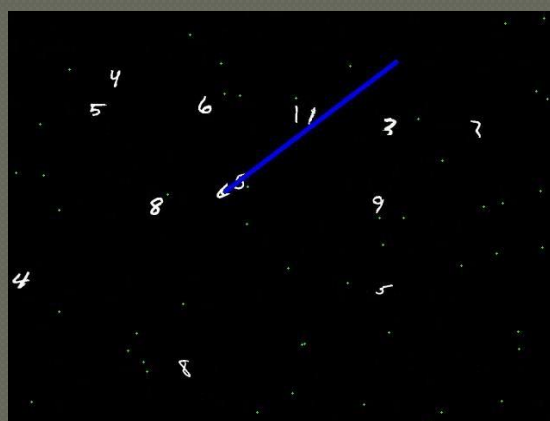


# Praćenje i prepoznavanje brojeva u programskom jeziku *Python*

## Definicija problema

Video zapis poseduje jednu nepokretnu liniju koja je uvek iste boje. Cifre se kreću za slučajan broj koraka i prolaze iza pokretne linije. Cilj projekta je izvršiti sabiranje svih cifara koje prođu ispod linije. Za rešavanje problema korišten je programski jezik *Python* i *OpenCV* biblioteka.



## Prepoznavanje linije

Prepoznavanje linije izvršeno je pomoću probabilističke Hough transformacije (metoda *HoughLinesP*). Kako je linija nepokretna, dovoljno ju je prepoznati na prvom frejmu. Da bi se olakšalo prepoznavanje, sliku je potrebno prethodno pretvoriti u binarnu. Pretvaranje se vrši tako da se slika iz BGR formata preoblikuje u monohromatski format, te konačno u binarni upotrebom *threshold* metode.

Pomoću koordinata početne i krajnje tačke linije odredi se jednačina prave te linije, potom "ishodište" te prave, tj. tačka u kojoj prava seče x-osu. Jednom kada je ta tačka poznata, moguće je izračunati tangens ugla koji zatvara ta linija sa x-osom. Ovo će biti potrebno za otkrivanje prolaska broja ispod linije.

## Prepoznavanje brojeva

Za prepoznavanje brojeva koristi se Keras neuronska mreža trenirana na MNIST skupu podataka koji sadrži rukom napisane brojeve. Sama neuronska mreža sadrži 784 ulazna neurona, jedan skriveni sloj sa 512 neurona i izlazni sloj sa 10 neurona. Kao aktivaciona funkcija za poslednji sloj se koristi softmax, dok se za ostale koristi *reLU* (*Rectifier Linear Unit*) funkcija.

Kako bi se povećala preciznost, pre prepoznavanja potrebno je proširiti sliku po svakoj strani za 6 piksela, a pre samog pozivanja neuronske mreže, sliku broja je potrebno pretvoriti u sliku dimenzije 28x28 piksela.

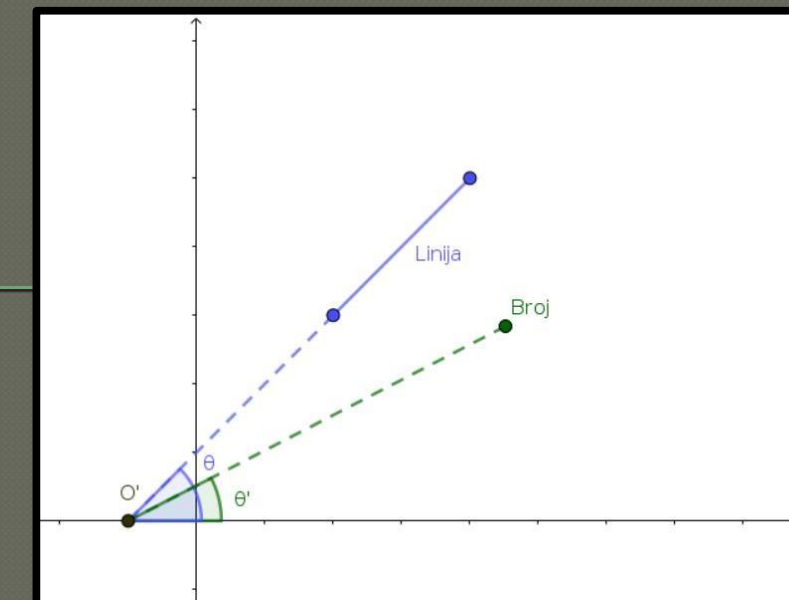


## Praćenje brojeva

Brojevi su predstavljeni klasom *Number* koja sadrži koordinate pravougaonika koji okružuje konturu ( $x, y, w, h$ ) i jednu logičku promenljivu (*passed*) koja služi kao indikator prolaza broja ispod linije.

Upotrebom *findContours* metode treba pronaći sve konture naslici, od kojih je potrebno odabrati samo one koje predstavljaju brojeve. Odbacuju se konture koje su prevelike, premale ili koje se nalaze unutar drugih, većih kontura.

Praćenje brojeva je implementirano tako što se u svakom novom frejmu pronalaze novi brojevi i njihova udaljenost se poredi sa brojevima iz prethodnog frejma. Ukoliko je neki broj dovoljno blizu, smatraće se da je to broj iz prethodnog frejma, a ukoliko nema bliskih kandidata, smatraće se da je to novi broj.



## Prepoznavanje prolaza broja ispod linije

Za otkrivanje prolaza broja ispod linije, posmatra se samo region od interesa koji se nalazi blizu linije. Za sve brojeve koji se nađu u tom regionu, računa se tangens ugla koji njihov centar zatvara sa x-osom ( $\theta'$ ). Ukoliko je broj ispod linije, onda je tangens ugla broja manji od tangensa ugla linije ( $\theta$ ), te se može reći da je broj prošao ispod linije. Prvi put kada se prepozna prolaz, broju se ažurira promenljiva *passed* kako ne bi došlo do višestrukog prepoznavanja brojeva.

## Zaključak

Primenom znanja iz geometrije i korišćenjem programskog jezika *Python* i *OpenCV* biblioteke moguće je rešiti problem praćenja i prolaska brojeva. Problem preklapanja brojeva nije obrađen ovim rešenjem, te bi se njegovom obradom mogla povećati preciznost rešenja.

Znanje i metode upotrebljene u ovom projektu mogu se iskoristiti u rešavanju složenijih problema iz oblasti računarske vizije i segmenta šire oblasti računarske inteligencije.