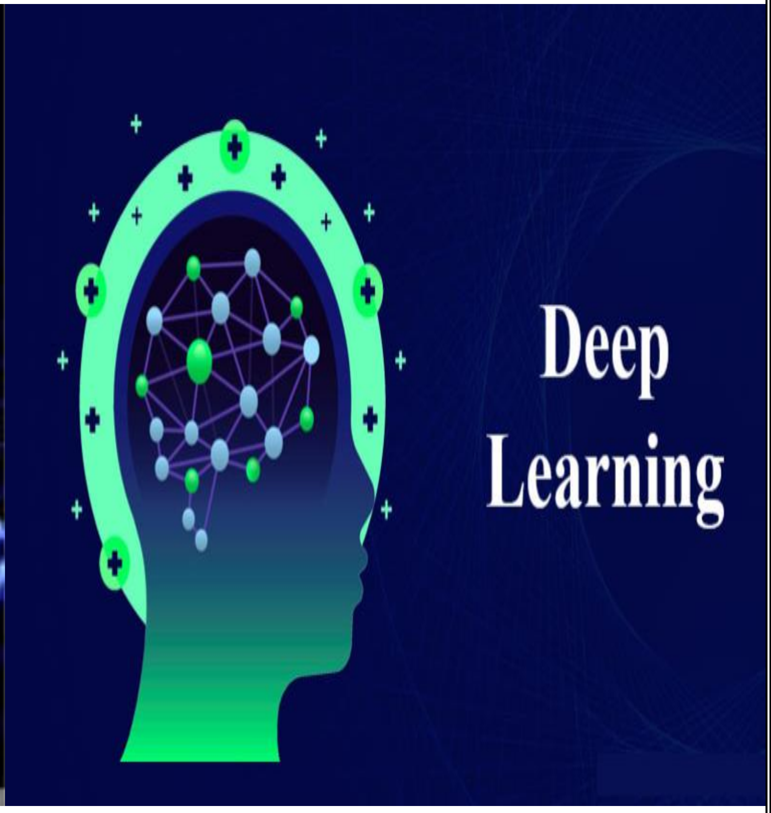
علـمی مقــاله

دجنسـيت طبـقه بندي

د ګوتو د نښو پر بنسټ



ليکوال : صفت الله روښـــان

۱۴۴۵

لنډیز

بسم الله الرحمن الرحیم، الحمد الله رب العالـــمین، والصلاة والسلام علی سیدنا محمد وآله وصحبه والتابعین، د اشخاصو پیژندلو لپاره د ګوتو نښـې یو مهمه او پراخه او ښــه لاره ده چې د انســان د ګوتو نښـې د تائیدي په توګه کارول کیږي ، او موږ کولاې شــو چې د دغه لارې په اســاس د انســانانو جنســیت (جنډر) طبقه بندي هم تر ســره کړو چې دغه لاره دې انســانانو د ژوند په یوه برخه کې خورا مهم رول لوبوي لکه باېمیټریک، جرمونو، نظارت، د انســاني او کمپیوټر تر منځ تعامل، ســوداګریز فعالیتونو. که څه هم په تیرو وختونو کې د اشـخاصـو پیژندنه او یا د جنسـیت (جنډر) طبقه بندي لپاره د باېمیټریک (biometric)له ځانګړتیاوې څخه ګټه اخیســل کیده لکه مخ، ګیټ (دروازه)، ســترګې او د لاس شــکل ،لکه څرنګه چې زیاتو ســاینس پوهانو د څیړنې او تجربې له مخې د جنســیت (جنډر) طبقه بندي لپاره ډیری د انســان د مخ پر برخه ولاړ دې ځکه چې د انسان دغه برخه د نورو په پرتله خورا مهم ځانګړتیاوې لري. په دې لیکنه کې موږ د جنسیت (جنډر) طبقه بندي لپاره د ګوتو نښـانونه تحلیل کړي دي په دې هیله چې دا د راتلونکي څیړنې لپاره به خورا مهمه ونډه ولري. د (NIST) انسـتیټوټ په ډیټابیس کې په اصلاح شـوي فعالیتونونه سره په (CNN) کې درې قانع کوونکي لارې انتحاب کړي چې د ښې پایلې کیدو لامل شـوي ،د دغه انسـتیټوټ په ډیټابیس کې یې 4000 عکسـونو ځای پر ځای کړي چې د (CNN) شبکې سیسـتم په ګټه اخسـتلو سره یې 99٪ حقیقت ترلاسه کړی ، دغه د (CNN) سیسـتم فعالیت ښـودلې چې د ګوتو نښـان د یو شخص د جنسیت پیژندلو لپاره حیاتي او مهمی ځانګړتیاوې لري.

کلیدي کلیمه : باېمیټریک، د قناعت وړعصبي شبکه د(CNN) ماډل په روزلو سره د ګوتو نښـانونه په مرسته دجنسیت طبقه بندي کیږي.

پیژندنه:

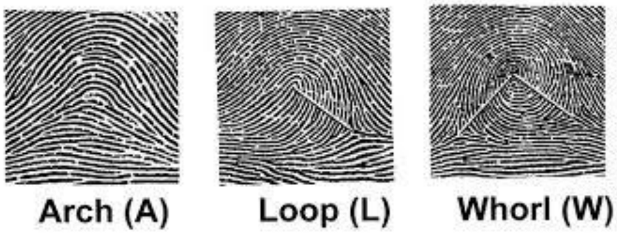
د ګوتو په ســرونو کې چې کوم کوچني خطونه لیدل کیږي دغه د باېمیټرک لپاره ښــه نمونه کیدلاې شـي ، چې د دغه خطونه په منځ کې یوه روښــانه ساحه موجوده ده ، د دې ځانګړتیا د نورو په پرتله د باېمیټرک سیستمونو لپاره مناسبه ده ځکه چې د ګوتو نښـان په زیاتو برخو کې ډیري ګټې لري لک: د امکان وړ، له یو بل څخه توپیر لري (جلا)، دایمي، دقیق، دباور وړ، او منلو وړ وي دغه باېمیټرک د انســـان پیژندنې لپاره کارول کیږي چې د نړیوالو مقالو څخه تر لاسه شوي د ګوتو له نښو څخه د جنسیت (جنډر) طبقه بندي کولو لپاره او د جرمونو په تحقیق هم خورا مهمه ونډه لري ، که څه هم د ګوتو نښـــان په بایمیټرک کې د ټکنالوجی په برخه کې په ټوله نړۍ کې د قانون په محکمو کې د شـــواهدو د مشـــروع ثبوت په توګه اسـتفاده کیږي ، د جنسـیت پیژندنې لپاره د بایمیټرک په ماشـین کې لږ میتود وړاندي شـوي ،او د جنسـیت په ټاکلو کې تر سـره شـوي مطالعات په عمومي ډول د ګوتو د ســر خطونو پورې اړوند خطونه دي لکه: د ګوتو دنښــان شــمیر، درا تاو شــویو کثافت (تراکم) ، د را تاو شــویو ضـخامت تناسب ، د تاو او را تاو شـویو خطونو عرض او د ګوتو نښـان نمونې او د نمونې ډولونه کارولي دي .

اوس مهال د ډیري غوښـــتنو په اســـاس دغه ځانګړتیاوو ترکیبونو په یوه طبقه بندي کې شـــامل کړي لک ، عکس پیژندنه، د ګوتو د نښـــانونو په کارولو ســره د جنسـیت (جنډر) طبقه بندي په اړه ډیرې موجودې څیړنې د ګوتو د نښـانونو په نمونو ولاړې دي لکه : حلقه (ځاځکې په شـان)، کیڼ حلقه (لوپ)، ښي حلقه(لوپ)، د ګوتو دسـر خطونو ترمنځ سـاحه (Arch) او یا ددغه خطونو ترمنځ دخیمه په شـکل جوړ شـوي ده چې په لاندي شکل (۱) کې ښودل شوي دي خو په دغه تکلارو کې د خطونو (Arch) پارامټر(parameter) په دقیق اندازه کولو کې پاتې راغلې دي .

۱،۱. آرچ(Arch) د ا دې ګوتو دسرونو هغه رګونه ښې چې له یوې خوا ننوځي او له بل لورې تیریږي په همدي حال کې د خمې په شکل را پورته کیږي چې همدغه شـکل منځ ته (Arch) وایي ، او دوه ډوله آرچیز پکې شـتون لري چې یو یې سـاده دي هیڅ دیلتا او هسـته نلري او بل یې په مرکز کې دیلتا لري .

۱،۲ حلقه (loop) دا د ګوتو د خطونو هغه ســاحه ده چې دې یو طرفه ننوځي او بل لوري نه را وځي چې دغه رګونه د منحني S شــکل جوړ وي د حلقي یا منحني ته حلقه (loop) وایي .

۱/۳ (Whorl) د ګوتو د سـرونو خطونه چې له يو لوري نه بل لوري ته د ډيلټا شـکل خطونو څخه تيريږي او بيضـوي ته ورته شـکل غوره کوي دغه خطونو ته (Whorl) وايي .



شکل ـ ۱

د ګوتو د سر خطونه [۹]

اړوند کارونه او نظورنه

دوه ساينس پوهانو چې يو عبدالله او بل اباس[۱] نوميده چې د ګوتو د نښان په اړه داسې نظر ورکوي ،چې دګوتو د نښان په کارولو سره د جنسيت په طبقه بندي کې د څو پرسيپټورن عصبي شبکې (PNN) څخه څو لاري وړانديز کړي چې د ګوتو په سرونو د ځانګړتياو څخه د خطونو ضخامت ، د خطونو کثافت (تراکم) ، د خطونو تر منځ ساحه (Valley) د ضخامت تناسب او د يا د سپينى کرښى شميرې په وتلو سره تر لاسه کېږي او دوی په څيړنه کې دا ومندل چې د ښځو د خطونو (ridge) ضخامت او تناسب په طبقه بندي کې لوړ ارزښت لري او د نارينو خطونه (ridge) شمير نظر ښځو ته زيات دي، يو بل سـاينس پوه ايمانويلامار [۲] د ګوتو له نښـو څخه د عمر او جنسـيت اټکل کولو لپاره کيفيت او جوړښـت ځانګړتياوي کارولي چې د ګوتو د نښـان له عکسـونو څخه په اتوماتيک ډول د عمر او جنس د معلوموملو لپاره ميتودولوجي وړاندېز کړه چې د جنسـيت په طبقه بندي کې د انځور جوړښـــت د د محلي بائنری نمونه (Local Binary Pattern(LBP او محلي پړاو اندازه کولو Local Phase Quantization(LPQ) عمليو په کارولو سره کيږي چې ۸۹/۱٪ دقيق نتجه يې تر لاسه کړي .

حازم کمال اکنيل [3] په داسـې نظر و چې په عمومي او ځانګړي توګه ما له زيات مطالعي څخه دا معلومه کړه چې يوازي د (CNN) ماډلونه کولای شي چې د انسـان عمر و د جنډر طبقه بندي سـتونزه حل کړي د (CNN) د مناسـب زده کړي په طريقي کارولو سـره کولای شـي چې نوي ماډلونو و روزي چنسيت طبقه بندي کې غوره ګټه ترينه پورته کړي .

ګيل ليوی او تال حسنر [4] د (CNN) په کارولو سره د عمر او جنسيت طبقه بندي کړي ، چې دوي هم يو عصري او ژوره (CNN) کارولي د کمپيوتو سرچينو او د لوي شبکو روزنه کې د الګوريتم ننګونو له امله به معتدل توګه کارول کېږي ، د (CNN) شبکې په پراختيا ورکولو کې به اضافي او زيات ستونزه حل شي .

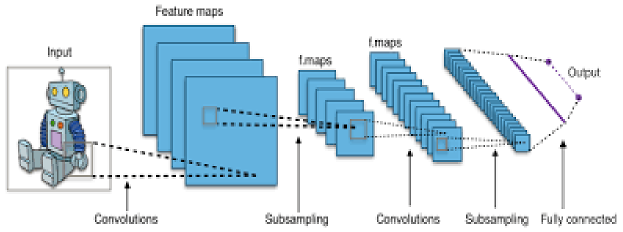
منګيش او شـينډی[6]د جنډر په طبقه بندي کې دانځور دکارولو د ويښـتانو د بدلون له کبله د جنسـيت په طبقه بندي يا پيژندنه کې د ګوتو نښې تحليل کړي ،چې هغه د داخلي ډيټابيس په کارولو سـره د وړانديز شـوي الګوريتم فعاليت تائيد کړ او د SVD،DWT او KNN رياضـيکي عمليو لخوا د دواړو ترکيبونو په کارولو سره د جنسيت طبقه بندي کچه ۱۰۰٪ فيصده بریالیتوب سره حل کړي.

S.S ګورنل، او باسـوانا M [7] د ۱۰ تائيد شـوي رياضيکي او تخنيکی طريقو سـره په ملاتړ د (SVM) ماشـين پر بنسـټ د ګوتو نښـان د جنسيت طبقه بندي کولو لپاره ماډل وړاندی کړ، چې کار په دربو برخو وويشـو لومړي دټولو ګوتو انځورنو د مخ پروسـيس کول دي ، دوهم (DWT) د احصـايوي ځانګړتياوو محاسـبه ده او دريم د کيوډراتيک کرنل تابع (QKF) او (RBF) سـيګما سـره د (SVM) ماشـين په کارولو سـره د نارينه او ښځينه د ګوتو نښـو په استعمال سره دجنيست طبقه بندي کول.

ټول پورته فعاليتونه او نظونه ياد شـوي خو ټول اغزمن ندي ځکه د دوی د معلومات اعتبار کولو لپاره ډير د کمپيوټر اسـتفادي وخت ته اړتيا لري ، موږ بايد د ګوتو نښـو د جنسيت (جنډر) طبقه بندي لپاره د قناعت وړ ماډل وړانديز کړو .

تجربې، پايلې او تحليلونه

په دې مقاله کې، موږ د ګوتو د نښې انځورونو پر بنسټ د جنسيت طبقه بندي کولو لپاره د Convolutional Neural Network (CNN) ماډل وړانديز کړې، چې دا يو مشهور ماډل دی چې په ډېرې کمپيوټري سيستمونو کې ليدل کېږي ، په دې موضوع کې دجنسيت پېژندلو لپاره د CNN ځانګړتياوو څخه کار اخلو ترڅو د ګوتو د چاپ ډيټا يوځای کيدو څخه د عکسونو جنسيت معلومولو لپاره د CNN ماډل په مرسته تر سره کېږي لکه په لاندې ساختماني شکل[۲] کې ښودل شوي، د کانولوشن عصبي شبکې (CNN) د انځور په پروسيس او د انځور دليد په تحليل کولو کې د ستونزې حل لپاره کارول کېږي، او د ConvNetپه نوم هم پېژندل کېږي چې هر انځور د پکسل اندازه هم مترکس ګڼل کېږي چې لاندې مرحلې لري.



شکل ـ ۲

د CNNشبکې پروسيس[11]

لکه څرنګه چې مو چې تحليل وکړ له لاندې طريقو (Methods) څخه مو دReLU طريق په پروګرام ليکنه کې له Python ژبه څخه استفاده وکړه

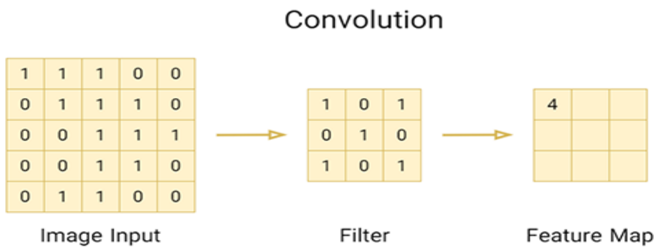
شماره	د پروګرام ليکني ژبه		په پروګرام کې رياضيکي طريق (Method)	
١		Python		RelU
٢		Java		Tanh
٣		C#		Sigmoid

- په دغه مقاله کې مو د پروګرام ليکنې ژبه څخه پايتون (Python) څکه انتخاب کړې چې د لوی ډيټا (معلومات) اداره کولو او په پيچلي رياضياتو کې ترې ښه استفاده کيدلای شي، پايتون ژبه د هوش مصنوعی لپاره زياته موهمه ده څکه دغه مقاله د هوش مصنوعی يوه برخه ګڼل کيږي.
- د ReLU طريق په دغه مقاله کې څکه انتخاب شوي چې دغه طريقه مخصوصاً په پټو پوټونو او عصبي شبکو کې استفاده کېږي ، او په ښه سرعت سره تحليل کولای شي څکه دغه مقاله په عصبي شبکو پورې تړاو لري .

کانولوشن مرحله (Convolution Layer)

دغه مرحله د انځور په ارزښتناکو ځانګړتياوو لاس ته راړلو کې مهمه ونډه لري، د دې برخې هدف د وزن د ټاکلو لپاره د عکس اندازه کمول او عام کول ته وده ورکوي ترڅو چې انځور د (CNN) ماډل سره سم شي نوموړي مرحله د مترکس فلتر د عملې په اساس د انځور تقشه جوړ وي چې دغه نقشه د پکسل ارزښتونو د مترکس عمليه ګڼل کېږي .

لاندې ٥×٥ انځور ته پام وکړئ چې د پکسل عدد يې 0 يا هم 1 دې ، چې د 3×3 بعُدې مترکس په فتلر کولو سره د ډاټ په طريقه د محاسبه تر سره کول ورسته کولای شو چې د انځور مترکس تر لاس کړو .



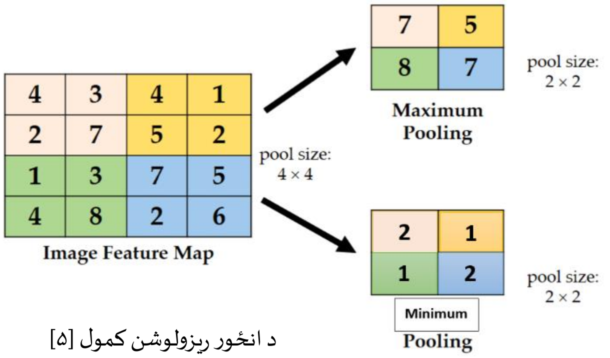
شکل ـ ۳

په انځور کې د ارزښتناکو ځانګړتياوو لاسته راوړل [۸]

پولینګ مرحله (Pooling Layer)

د پولینګ مرحله د آنځور د فرعي نمونې کولو یا د فلټر مترکس مرحلې نه پرته د انځور په ریزولوشن کمول لپاره کارول کېږي. دا طبقه د قانع کوونکو مسـیرونو تر منځ د اړیکو شـمیر کموي او د محاسـبې وخت لپاره اغرمن تمامېږي ، په هر حالت کې اولي انځور په غیر متقابلو دو اړخېزو ویشـل شـوي.

که چیرې په لاندې اولي انځور کې 4×4 اندازه ولري او د فرعي نمونې اندازه 2×2 ، یو 4×4 اندازه انځور د 2×2 اندازه په څلور غیر متقابلو مټرکسونو و ویشـل شـي د مکس پولینګ طبقه په M×M جدول کې د عظمي عدد په ټاکلو سـره د اولیه قانع کوونکو مسـیرونو لخوا را مینځ ته شـوي لاس ته راوړنه به فرعي نمونې (کوچنې پولینګ) ترسـره کوي ، د کوچنې پولینګ (Min Pooling) په حالت کې د څلورو عددونو نه کچونې عددونه ټاکل کېږي.

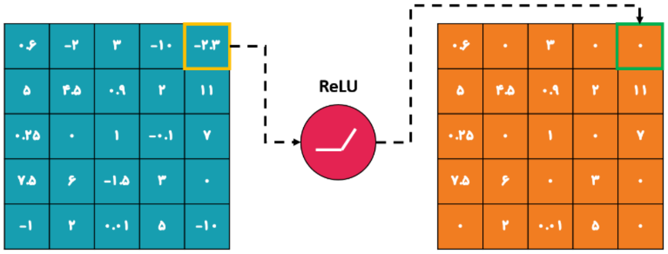


شکل ـ ۴

د انځور ریزولوشن کمول [۵]

اکټویشن تابع (Activation Function)

د اکـــټوشن تابع د (CNN) په ماډل کې دا پریکړه کوي چې آیا نیورون فعال شي یا نه ، پدې معنی ده چې شبکې ته د نیوزون داخلیدل مهم دي که نه او د غه پروسه به د ریاضیکي عملیاتو په کارولو تر سره شي ، او دا هم ویل شو چې د ښه کولو او آسانتیاو برابرولو لپاره استفاده کېږي چې په دغه مرحله کې درې پېژندل شـوي فعالیتونو یا تابع ګانې شـتون لري لکـ Tanh, Sigmoid او Relu په دې ومقاله کې د Relu تابع څخه کار اخستل شـوي دي ، که چیرې له فلټر شـوي انځورنو څخه هر منفي عدد لري کرو او په ځاي صفر وکارو شي مثلاً .



شکل ـ ۵

د نیورون فعالول [۶]

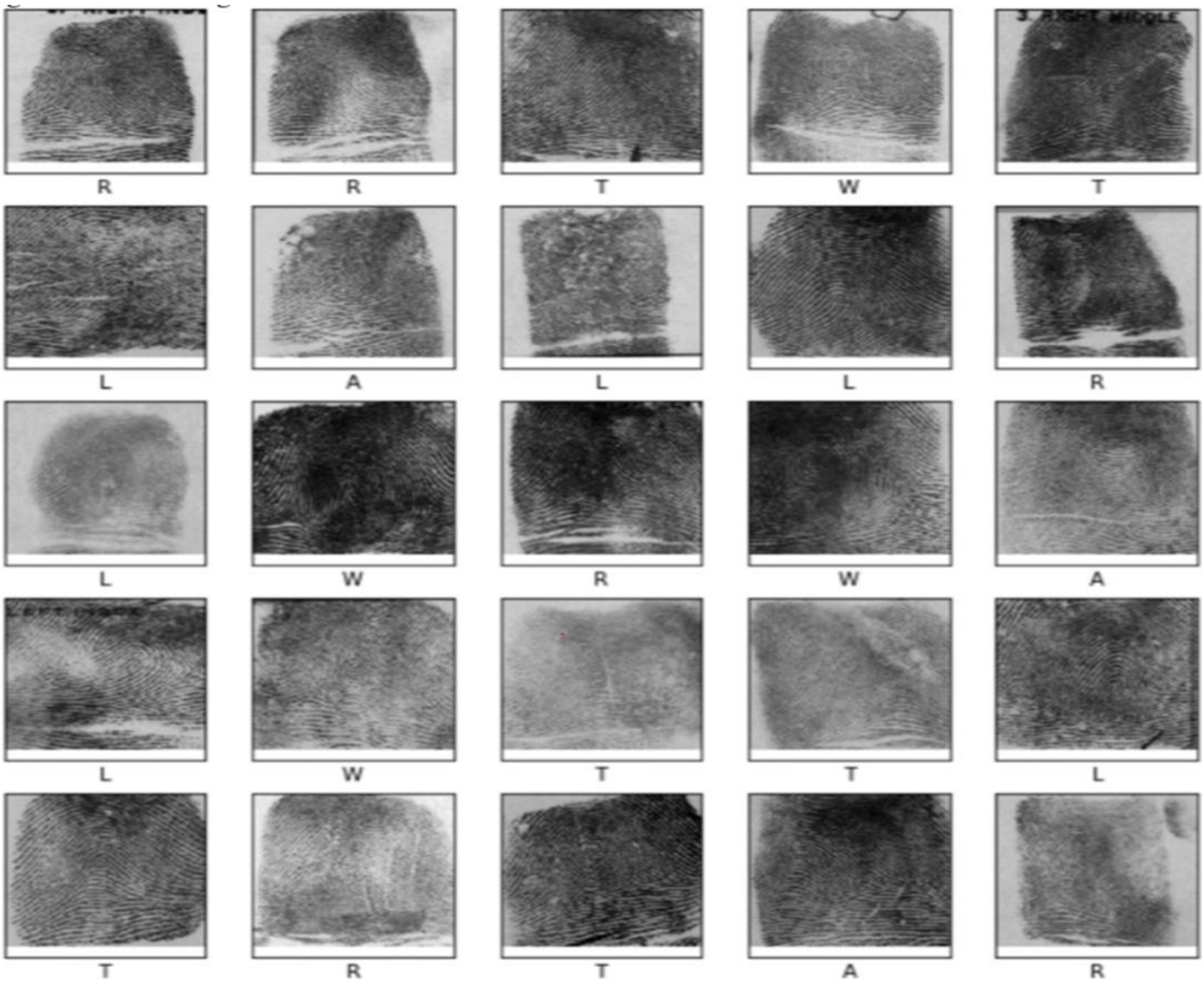
نوټ : نیرون د عصبي شبکې د پروسس لپاره یو بنسټیز واحد دی ، عصبي شبکه د انسان په ماغ کې د کار کولو په عمل ولاړه ده.

فولي کنیکټید مرحله (Fully Connected Layer)

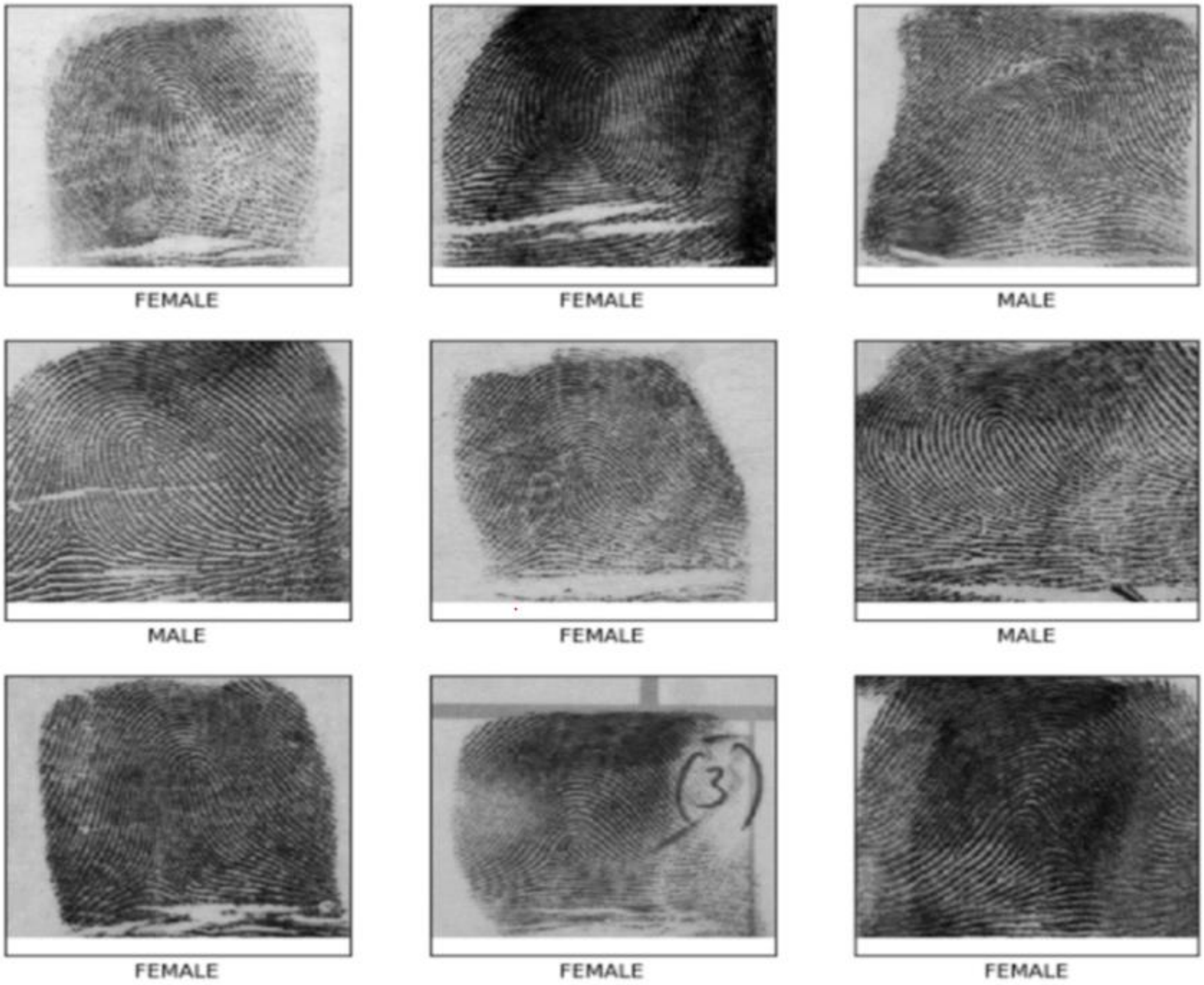
په بشـپړ ډول وصـل شـوي پورټ (Fully Connected Layer) د دوه مختلفو پورتو ترمنځ د نیورونونو د نښـلولو لپاره کارول کېږي، یا په بل ډول دا پورتونه په بشپړ ډول وصل شـوي پورتونه د نیورون سـیټ د مخکني پروت سـره هر نیرون نښـلو او تطبیق شـوي پورتونه په پشـپړ ډول وصل شـوي پورتونه د (Relu) تابع په فعالیت سـره کار کوي، چې ډیری د سـافټویر کځور شـتون لري تر څو د عصـبي شـبکو د پلي کولو لپاره چوکاټ چمتو کړي په دغه مقاله کې د دغه د (CNN) ماډل روزولو لپاره د (Python Library ، Theano او TensorFlow) پروګرامونو وراندیز شـوي دي .

تحلیل او پایلې

په دې برخه کې لومړۍ ځل د وړاندیز شوي جنسیت پیژندنې سیستم پایلې د ګوتو نښانونو یو مشهور عامه ډیټابیس (NIST DB2) په کارولو سره ازموینه تر سره کړه ، لومړۍ، مور د دې ډیټابیسونو عمومي کتنه او د هر ډیټابیس لپاره کارول شوي تجربي ترتیب کوو، او د وړاندیز شوي موضوع لپاره مو د (NISTDB2) ډیټابیس نه استفاده کړي چې نوموړې ډیټابیس د کوتو د نښـانونو لپاره یو لوی ډیټابیس شـمیرل شـوي چې د جنسـیت طبقه بندي کولو لپاره کارول کېږي ، په دغه ډیټابیس کې د512×512 اندازه 4000 انځورونه لري ، چې 3200 روزنې انځورنه او 800 ازموینې انځورنه دي ، د (NIST) ډیټابیس څخه د ګوتو د نښې ځنې نمونې انځورونه د بیلا بیلو ځانګړتیاو لپاره لکه Arch(A), Right loop(RL), Left loop(LL), Whorl(W) Tented arch(T)) په (۶) شکل کې ښودل شوي چې د یوه غښتلي (CNN) ماډل په کارولو سره د NIST DB2 د معلوماتو پر ځای کول لپاره د Core i7 CPU 2.6 GHz، TB1- هارډ ډیسک، او GB-8 رام کې ازموینښت ترسره کړي .



(شکل ـ۶) د ګوتو د نښو تجزیه [۹]



(شکل ـ ۷) د نارینه او ښځینه د ګوتو نښانونو نمونې [۱]

کنفیوژن مټرکس (Confusion Matrix) په دغه مرحله کې د طبقه بندي الګوریتم فعالیت لنډولو لپاره کارول کېږي چې د سمو او غلطو وړاندي شویو عددونو شمیر لنډ وي .

جدول ـ ۱

Class Name	Male	Female
Male	91	9
Female	9	91

موږ ته د راکړل شــوي چوکات فعالیتونه TP,FP,TN او FN په ســمبولونو ښــودل شــوي چې د دغه څلورو ترکیبونو څخه د حقیقي عددونو دپیدا کول لپاره کارول کېږي ، صحیح او منفي TN (True Negative) ، غلط او مثبت FP (False Positive) ، صحیح او او مثبت TP (True Positive) او غلط او منفي FN (False Negative) ددغه مرحلي لپاره د Accuracy چې د دقت په معنی ده ، د جنســیت د شــمیر د تناســب په توګه هم تعریف شــوي چې د کنفیوژن مټرکس په ترکیب پوري اړه لري د دې لپاره له دغه طریقي څخه اســتفاده کوو ترڅو چې د جنســیت ټول شــمیر په پراخه کچه روښــانه شــي ،دلته موږ د Accuracy لپاره د F-measure فارمول څخه ګټه اخلو چې په لاندي 1،2،3 مرحلو کې لاربښــونه وړاندیز شــوي چې دغه طریقه د F- measure فارمول په مرسته د طبقه بندي لوړ قیمت په ګوته کوي .

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

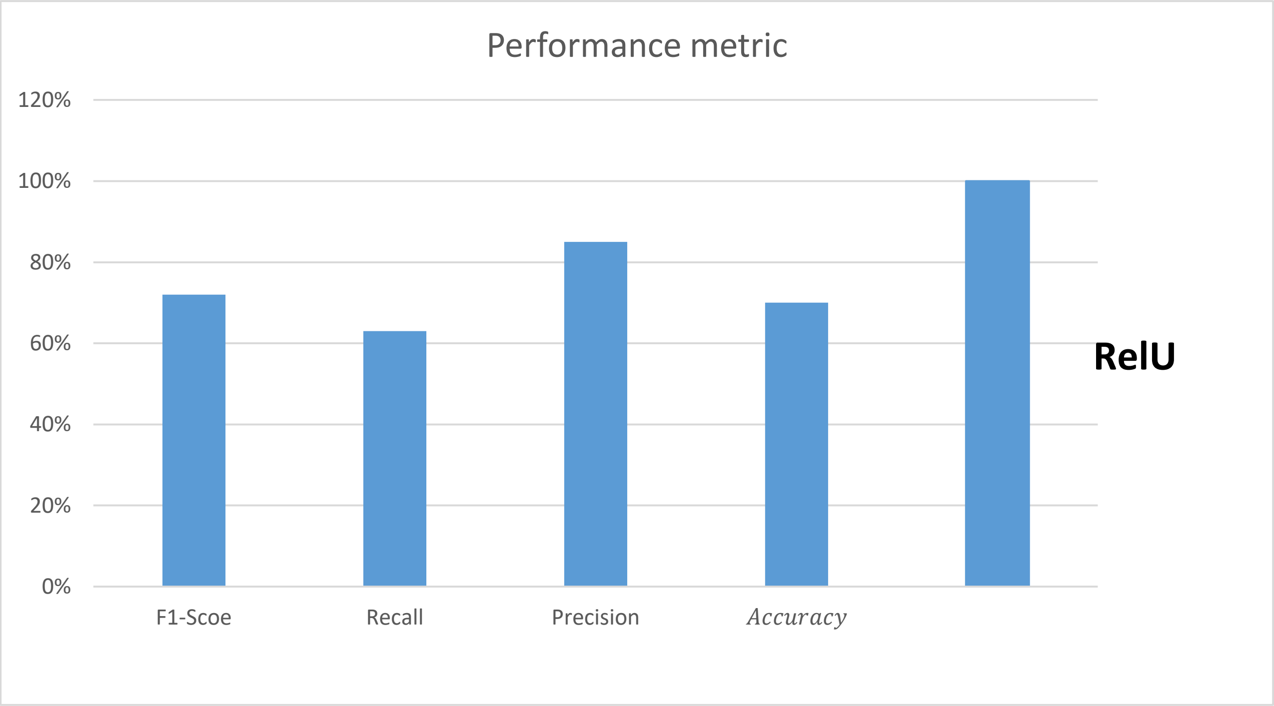
$$F1 - Scor = 2 \times \frac{precision \times Recall}{precision + Recall} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

د دغه مرحلې لپاره مو مخکې د اکتيوشن تابع کې د RelU طريقه تر سره کړه چې پورته په جدول کې شتون لري ، چې په هغه کې دعددونو د مټرکس فعاليت ښودل شوي وو د RelU تابع په طريقه د 20 دورو په ورکولو سره د (CNN) ماډل په روزنه سره 70٪ دقيق انځور په مؤثر توګه طبقه بندي کړي.

مثلاً : FN = 35   FP = 10,   TN = 50,   TP = 60 د پورتني فارمول په مرسته څلور ډول فيصدي لاس ته راړو .

جدول -۲

Activation function	Epochs	*Accuracy*	Precision	Recall	F1-Scoe
ReLu	20	70%	85%	63%	72%



(شکل -۸) د ورانديز شوي طريقي د فعاليت چارټ [۱]

پایله

مونږ په دې مقاله کې دجنسیت طبقه بندي لپاره داسې ماډل وړاندي کړي چې د انسانانو پیژندني لپاره استفاده کېږي ، خو ددغه هدف ترلاس کولو لپاره په ماشینونو کې د ژوري کانولوشن عصبي ماډل ته اړتیا ده چې د انځورنو د طبقه بندي لپاره یو له پراخه کارول شوي ماډل څخه شمیرل کېږي او د ګوتو د انځورنو په اساس د جنسیت طبقه بندي لپاره د Deep Convolutional Neural Network (DCNN) شبکې څخه د انځورنو لپاره یو غښتلي قانع کوونکي ماډل روزل دي چې د 20 څخه تر 20 دورې پوري د (NIST DB4) ډیټابیس کې د فعالولو لپاره ګمارل شوي ، غوښتونکي کې کولاې شي د دغه ماډل څخه د لټون لپاره په پیژندنه او تصدیق کې کار واخلي او د RelU تابع په ژوره زده کړي سره کولاې شي داسي نور فعالیتونه تحلیل کړي .

ماخذون

[1] S.F. Abdullah, and Z.A. Abas, “Multilayer perceptron neural network in classifying gender using fingerprint”, Indian Journal of Science and Technology, vol. 9(9), pp.01-06, ISSN (Online) : 0974-5645, March(2016).

[2] Emanuela Marasgo, “Exploting quality and texture feature to estimate age and gender from fingerprints”, International Journal of Advances in Engineering and Technology, vol no.9075, pp.01-06, ccc code-0277, 2014.

[3] Hazım Kemal Ekenel, “Transferable for CNN-based are gender classification”, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, pp. 441-467, 2015.

[4] Gil Levi and Tal Hassner, “Age and gender classification using convolutional neural networks (CNN)”, International Conference of Multimedia, vol no.10(7), ISSN no.113E067, pp no.501-509, 2016.

[5] SumanSahuand prabakarrao, “Comparison between neural network and adaptive neuro fuzzy inference system(ANFIS)”, IEEE International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET), vol no.02, ISSN no.03, pp.no 56-72, 2015.

[6] Mangesh K. and Shinde, “Analysis of Fingerprint Image for Gender Classification or Identification using Wavelet Transform and Singular Value Decomposition”, IEEE International Conference on computing Communication, Vol no.588 ISSN no.2229-5518, pp.650-658, 2015.

[7] S. S. Gornale, and BasavannaM, “Gender Classification Using Fingerprints Based On Support Vector Machines (SVM) With 10-Cross Validation Technique”, International Journal of Scientific and Engineering Research, vol no.06, issue no.07, ISSN no. 2395 -0056, pp.588-593, 2015.

[8] Shivanand. and S. Gornale, “Fingerprint Based Gender Classification for Biometric Security: A State-Of-The-Art Technique”, American International Journal of Research in Science, Technology, ISSN (Print): 2328-3491, ISSN (Online): 2328-3580, pp no.39-49, Feb 2014.

[9] Alok Chauhan and AkhilAnjikar, “Study of Ridge Based and Image Based Approach for Fingerprint Gender Classification”, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering ,Vol. 3, Issue 3, March 2015.

[10] Amit kumar Trivedi,“ A robust and non-invertible fingerprint template for fingerprint matching system”,Forensic Science International Elsevier, vol no.288, pp.256–265, 2018.

[11] Xuanbin Si, “Detection and rectification of distorted fingerprint” , IEEE Transaction on Pattern Analysis ans Machine Intelligence, vol no.37, issue no.3, pp no.555-568, 2015.