



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Irányítástechnikai és Informatikai Tanszék

Témalaboratórium

Informatika alkalmazása az orvosi gyakorlatban

2023/24 őszi félév

Nagy Bozsó Zsombor
RIPKBY

Konzulensek:

Dr. Benyó Balázs István

Dr. Szlávecz Ákos

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
1.1. Feladatkiírás.....	4
1.2. Részfeladatok a félév során	4
1.3. A dokumentum további részeinek tartalma.....	4
2. Irodalomkutatás.....	4
2.1. Agyi bevérzés diagnosztizálása orvosi szempontból	4
2.2. ICH diagnosztizálásának támogatása szoftveres eszközökkel	5
2.3. Intracranial Hemorrhage Detection Challenge	5
2.4. Tanulmányok agyi bevérzés detektálása AI segítségével témában.....	5
2.4.1. Interneten fellelhető megközelítések ICH detektálására mesterségesintelligencia módszerekkel.....	5
2.4.2. Tanulmányok összehasonlítása	5
2.5. AI szegmentációs eszközök az iparban	6
2.6. Online fellelhető CT adathalmazok	6
3. Annotációs környezetek.....	6
3.1. Mik az annotációs programok?.....	6
3.2. Annotációs programok alkalmazása orvosi gyakorlatban	6
3.3. Áttekintett annotációs szoftverek.....	7
3.3.1. ImageJ.....	7
3.3.2. 3D Slicer	7
3.3.3. Md.ai	7
3.4. Az ImageJ problémái.....	7
3.4.1. ImageJ használata.....	7
3.4.2. Az ImageJ szegmentációs képességei	9
3.4.3. Makrók és pluginek az ImageJ-ben	10
3.4.4. ImageJ pluginek az interneten	10
3.5. AI-t használó online annotációs környezet.....	11
3.5.1. Saját projekt MD.ai-ban	11
3.5.2. MD.ai dokumentáció.....	11
3.6. Szegmentáció 3DSlicerben.....	12
3.6.1. Treshold eszköz	12
3.6.2. Plugin készítés 3DSlicerhez	13
4. Általunk kidolgozott módszer	13
4.1. Morfológiai képfeldolgozási műveletek	13
4.1.1. Erozio	13

4.1.2.	Dilatáció	13
4.1.3.	Nyitás.....	14
4.1.4.	Zárás	14
4.2.	Elért eredményeink.....	14
4.3.	Követelmények a szegmentáló pluginnal szemben	14
4.4.	Az elkészült plugin UI-a és módszerek mögötte.....	14
4.4.1.	Módszer.....	14
4.4.2.	Megoldás Slicerben	14
4.4.3.	Felület.....	15
4.5.	Eredmények értékelése	16
4.6.	Limitációk.....	16
5.	Összefoglalás	16
6.	Munka folytatása	16
7.	Hivatkozások	17

1. Bevezetés

Az agyi bevérvések (intracerebral hemorrhage, továbbiakban ICH), egy gyakori tényezője a sürgősségi betegellátásnak. Komoly problémát okoznak, mivel az agy egy zárt dobozként funkcionál, és az ezen belüli vérzés hatására nő a nyomás a koponyán belül, minek következtében súlyos károkat tud tenni az agyszövetben, ami ájuláshoz vagy akár halálhoz is vezethet. Az ICH diagnosztikában non-invazív képalkotó eljárások a legelterjedtebbek, így a detektálása általában komputertomográfiai (továbbiakban CT) felvétellel történik. A diagnosztika egyértelműsége azonban továbbra sem teljes, mivel kevésbé tapasztalt orvos könnyen elnézheti, a sok esetben alig észrevehető bevérvéseket.

1.1. Feladatkiírás

A témalaboratórium során a feladatunk az volt, hogy próbáljuk segíteni informatikai módszerekkel az ICH szegmentálását és annotációját CT felvételeken. Erre kellett kidolgoznunk módszereket, megnéznünk mások által készített megoldásokat és utánajárnunk, hogy hogy is lehet a leghatékonyabban támogatni az orvosi diagnosztikát szoftveres megoldásokkal. Mindezt úgy, hogy orvosok, azaz nem képzett informatikusok által is könnyen alkalmazható, a mindennapokba integrálható megoldást adjunk.

1.2. Részfeladatok a félév során

A félév során először megismerkedtünk a különböző annotációs környezetekkel, majd irodalomkutatással áttekintettük, hogy előttünk mások milyen módokon próbálták megoldani ezt a feladatot, majd adathalmazt kerestünk és orvosi konzultáción voltunk. Ezek után elkészítettünk egy vázat Slicerben az annotálásra és szegmentálásra, valamint készítettünk ehhez egy orvosok által is áttekinthetőnek vélt UI-t. A félév végén elindultunk egy mesterséges-intelligencia vonalon is egy neurális háló feltanításával, amellyel azonban nem sikerült végeznünk a félév végére.

1.3. A dokumentum további részeinek tartalma

A továbbiakban részletesen bemutatom az ICH-k diagnosztizálását orvosi és informatikai szempontból, valamint a rendelkezésre álló szegmentációs módszereket és adathalmazokat. Ezek után részletezem a különböző szegmentációs szoftvereket, ezek előnyeit és hátrányait. Ennek végeztével következnek az általunk leghatásosabbnak vélt képfeldolgozási mechanizmusok kifejezetten agyi szövetre nézve, valamint az ezekkel elért eredményeink. Következőleg foglalkozok azal, hogy milyen követelményeket állítottak fel az orvosok és hogy ennek, hogy lehet a leginkább eleget tenni. Legvégül értékelem az eddigi munkánkat és bemutatom a limitációkat, amikkel szembesültünk.

2. Irodalomkutatás

2.1. Agyi bevérvés diagnosztizálása orvosi szempontból

ICH diagnosztizálása általában egy CT felvétel segítségével történik, ahol az orvos tudása és tapasztalatai alapján megpróbálja megállapítani egy DICOM fileon, valamilyen ennek nézegetésére alkalmas eszköz segítségével, általában szürkeárnyaltos megjelenítésen, hogy található-e valamely CT szeleten bevérvést jelölő folt. A képnézegető szoftverek a szürkeárnyaltokat Hounsfield egység alapján képzik le, amely a szövet állagát jelöli. Az ICH 60 és 100 közötti értéket vesz fel általában. Ez a CT felvételen fehér foltként jelenik meg. A fő probléma vele, hogy korai stádiumában nagyon kicsi is lehet a kiterjedése, és lehet, hogy csak egyetlen szeleten látszik. Míg késői szakaszában, mikor már az agyszövet elkezd felszívni,

akár az egész agyra is kiterjedhet, de már sokkal halványabban. Ezek miatt észrevétele igen bonyolult lehet.

2.2. ICH diagnosztizálásának támogatása szoftveres eszközökkel

Az alap elképzelés az lenne, hogy egy orvosok által is könnyen alkalmazható annotációs környezetben, megpróbáljunk egy olyan eszközt adni a kezükbe, amellyel könnyebben észrevehetővé tesszük a bevérzéseket. Ennek segítségével az orvos felannotál egy nagyobb méretű adathalmazt. Majd ezzel az annotált adathalmazzal fel lehet tanítani egy neurális hálót, hogy később orvos nélkül is hatékonyan jelezni lehessen az ICH meglétét és helyét.

2.3. Intracranial Hemorrhage Detection Challenge

Az RSNA Radiológiai intézet 2019-ben rendezett egy versenyt [1], amelynek a célja az volt, hogy a különböző agyi bevérzéseket, hogyan lehet megkülönböztetni és az adott CT felvételen mekkora eséllyel látható ilyen vagy olyan típusú bevérzés. Ehhez AI technológiát és különböző szegmentálási módszereket használtak. A versenyzők kódjai hasznosak lehetnek esetleg a továbbiakban és egy új megoldás alapjaként szolgálhatnak.

2.4. Tanulmányok agyi bevérzés detektálása AI segítségével témában

2.4.1. Interneten fellelhető megközelítések ICH detektálására mesterségesintelligencia módszerekkel

A különböző tudományos értekezések mind ugyan abból az irányból közelítik meg a problémát. Először egy nagy adatbázisnyi CT felvételt szegmentálni valamilyen threshold érték és egyéb képfeldolgozási eszközök segítségével automatikusan. Majd a szegmentált felvételeket átadni tapasztalt radiológusoknak, akik kijavítják az egyes hibásan jelölt bevérzéseket, annotálják az adatbázist. Végül a már szegmentált adatokat beküldeni egy tanuló AI-nak, amelyik ezeknek a birtokában képes magas sikerszázalékkal és pontossággal CT felvételeket szegmentálni.

2.4.2. Tanulmányok összehasonlítása

- Word Neurosurgery 2021 - Assessment of an Artificial Intelligence Algorithm for Detection of Intracranial Hemorrhage [2]

Téma: Olyan strokeos betegek agyi CT-jét vizsgálták, akik 2016 és 2019 között lettek diagnosztizálva agyi bevérzéssel.

Eredmény: Sikeresen detektálták a stroke okait anélkül, hogy agyi bevérzést találtak volna a CT-n.

- Engineering in Medicine and Biology Society 2018 - Detecting Intracranial Hemorrhage with Deep Learning [3]

Téma: 134 CT felvételen vizsgáltak agyi bevérzést, amelyeken ezek jelen is voltak akár több ízben is. Deep Learning AI-t használtak.

Eredmény: 98%-os pontossággal tudták azonosítani az ICH-t.

- Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology 2022 - Utilization of Artificial Intelligence-based Intracranial Hemorrhage Detection on Emergent Noncontrast CT Images in Clinical Workflow [4]

Téma: Klinikai diagnosztikai segédeszközként készítettek egy algoritmust, amely AI segítségével Deep Learninggel tudja detektálni az ICH-t kontraszt anyag nélküli CT felvételeken.

Eredmény: 93%-os pontosságot értek el.

- Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology 2020 - Intracranial Hemorrhage Detection in Head CT Using Double-Branch Convolutional Neural Network, Support Vector Machine, and Random Forest [5]

Téma: Agyi bevérzés detektálása Neurális hálóval, amelyet megerősítettek Support Vectore Machine-al és Random Forest eljárással.

Eredmény: 90% feletti minden típusú agyi bevérzés esetén.

- Department of Radiology, QingPu Branch of Zhongshan Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai, China 2021 - Deep Network for the Automatic Segmentation and Quantification of Intracranial Hemorrhage on CT [6]

Téma: A bejáratott intrakraniális bevérzés detektáló algoritmus kiterjesztése extradurális és szubdurális bevérzésre. 3000 CT képet szegmentáltak U-Net-el majd ezeket radiológusoknak adták felülvizsgálatra.

Eredmény: 89% feletti az összes típusú bevérzésre

2.5. AI szegmentációs eszközök az iparban

Több nagyvállalat is rendelkezik CT szegmentáló szoftverrel, mint például a SIEMENS Healthineers [7] melyeket lehetőség van az adott vállalat eszközére telepíteni. Ezenkívül több külföldi szoftver vállalat is foglalkozik kórházi képfeldolgozási rendszerekkel, azon belül AI használatával a képfeldolgozásban.

2.6. Online fellelhető CT adathalmazok

Az interneten fellelhető egy nagy méretű adatbázis [8], 491 agyi CT felvétellel, összesen 193.317 szelettel publikálva tudományos célokra való felhasználásra. Ez egy .txt file, ami tartalmaz kb. 500 linket, amelyeken keresztül anonim tömörített CT felvételek tölthetünk le. Az adatbázis a qure.ai [9] hozta létre, akik szintén agyi bevérzések problémájával foglalkoztak. Az adatbázisban nem csak a DCIOM fileok találhatók meg, hanem ezek annotálása is, miszerint milyen típusú bevérzés látható a képen és az agy mely féltekén. Ezt az annotációt 3 különböző radiológus annotálta. Egy kezdő, egy már jó ideje praktizáló és egy tapasztalt. Az RSNA versenyén is ennek az adatbázisnak a segítségével tanították fel a neurális hálókat. Ezen kívül a Péterfy Sándor utcai Kórház jóvoltából rendelkezünk további agyi felvételekkel, melyeket Dr. Viola Árpád, a kórház idegsebész főorvosa annotált.

3. Annotációs környezetek

3.1. Mik az annotációs programok?

Az annotációs programok olyan szoftverek, amelyek lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy címkéket vagy annotációkat adjanak hozzá digitális médiafájlokhoz, például képekhez, videókhoz vagy szövegekhez. Ezek a címkék segítenek az információstruktúra létrehozásában, a tartalom kategorizálásában és a keresési folyamatokban. Az annotációs programok gyakran használják az adatok feltöltésének és megosztásának folyamatában, valamint a gépi tanulási és adatbányászati projekteken is, mivel segítik az adatok címkézését és felhasználóbaráttá teszik azokat az elemzés során.

3.2. Annotációs programok alkalmazása orvosi gyakorlatban

Az annotációs programokat az orvosi gyakorlatban számos módon alkalmazzák a betegellátás javítására és a kutatási projektek támogatására. Ezek a programok lehetővé teszik az orvosok és kutatók számára a digitális orvosi képek és egyéb orvosi adatok címkézését, elemzését és interpretálását. Néhány példa az annotációs programok orvosi alkalmazásaira:

Radiológiai képek annotálása, Patológiai szövegminták annotálása, Gépi tanulás és AI fejlesztés...

3.3. Áttekintett annotációs szoftverek

3.3.1. ImageJ

Az ImageJ egy ingyenes, nyílt forráskódú képfeldolgozási és analízis szoftver, amelyet eredetileg a National Institutes of Health (NIH) fejlesztett ki. A program rendkívül népszerű a tudományos közösségben, különösen a biológiai és orvosi kutatás területén. Az ImageJ lehetővé teszi a digitális képek importálását és feldolgozását, beleértve a képek szűrését, javítását és elemzését.

3.3.2. 3D Slicer

3D Slicer egy ingyenes és nyílt forráskódú orvosi képfeldolgozási és vizualizációs szoftver. Az alkalmazás lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy orvosi képeket, például CT vagy MRI felvételeket kezeljenek, feldolgozzanak és vizualizáljanak. A 3D Slicer erőteljes eszközökkel rendelkezik a képfeldolgozás terén, lehetővé téve az anatómiai struktúrák részletes vizsgálatát és a komplex 3D-modellek létrehozását. Az orvosi kutatásokban és diagnosztikában való alkalmazás mellett a 3D Slicer-t a klinikai tervezésben és a műtéti tervezésben is használják. A szoftver moduláris felépítése lehetőséget biztosít további fejlesztések és testreszabások hozzáadására, így széles körű alkalmazási lehetőségeket kínál az egészségügyi területen.

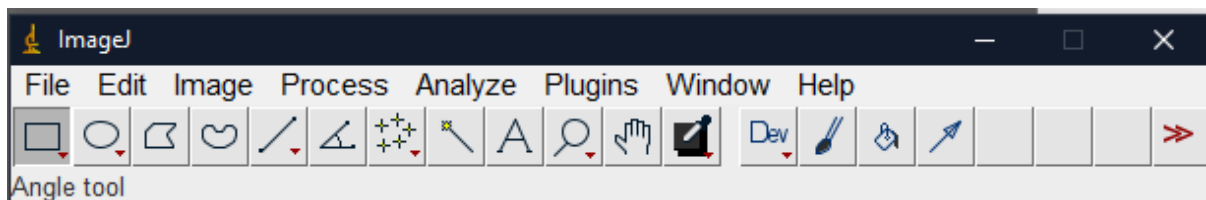
3.3.3. Md.ai

A MD.ai [10] egy a Slicer-hez és az ImageJ-hez hasonló annotációs eszköz, amelyet kifejezetten az egészségügyre fejlesztettek ki. Ez egy GPT-4 alapú szoftver, amely ingyenesen használható már meglévő projektek megtekintésére. Ezek között a projektek között megtalálni a legkülönbözőbb diagnosztikai képalkotókkal készült felvételeket, mint például MRI, CT, PET, röntgen. Ezen belül szűrhetünk különböző szervekre, jelen esetben az agyra.

3.4. Az ImageJ problémái

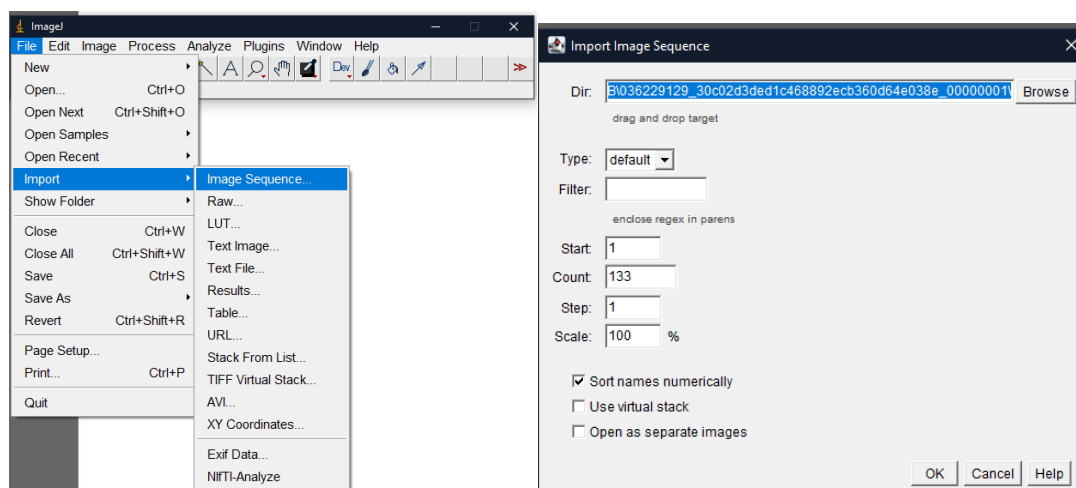
3.4.1. ImageJ használata

A letöltés és telepítés [11] után elindításkor egy egyszerű eszközkészlet fogad.



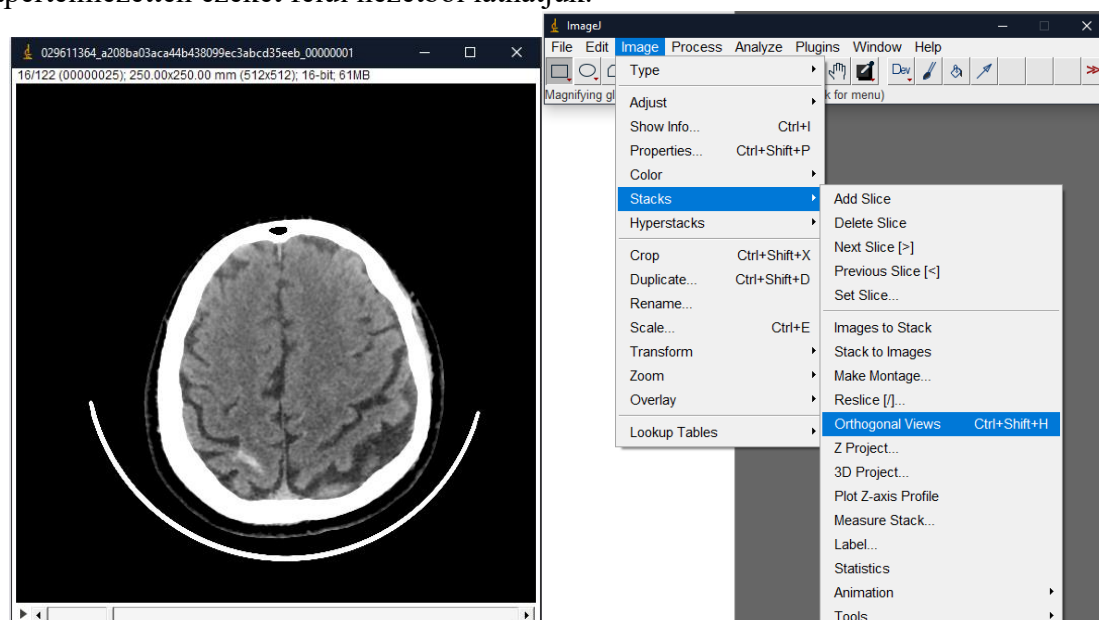
ábra 1: ImageJ felülete.

.DCM fileok betöltésére a File → Import → Image Sequence fülön belül a megfelelő mappát kiválasztva nyílik lehetőség.



ábra 2: DICOM importálása.

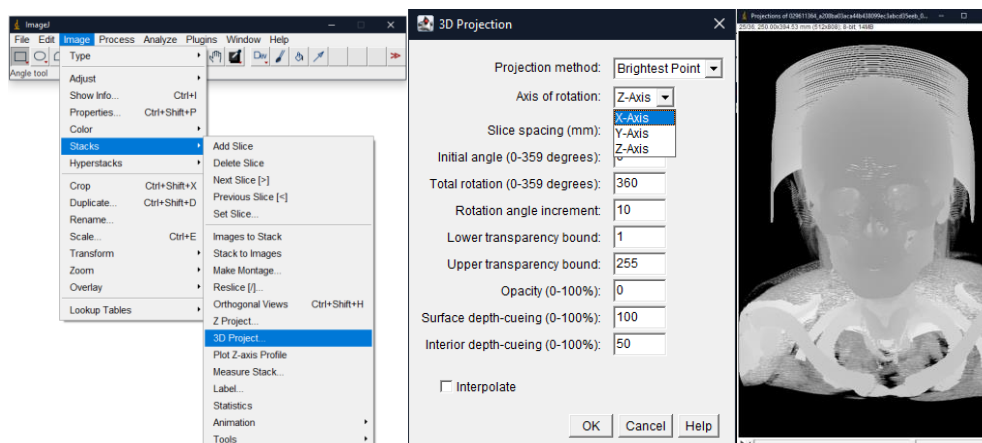
Ezután az ImageJ egy új képernyőn görgethető formátumban jeleníti meg a felvételeket. Alapértelmezetten ezeket felül nézetből láthatjuk.



ábra 3: Felvételek megjelenése ImageJ-ben.

A hátul és oldalnézetek megjelenítését az Image → Stacks → Orthogonal Views menüpontban kapcsolhatjuk be.

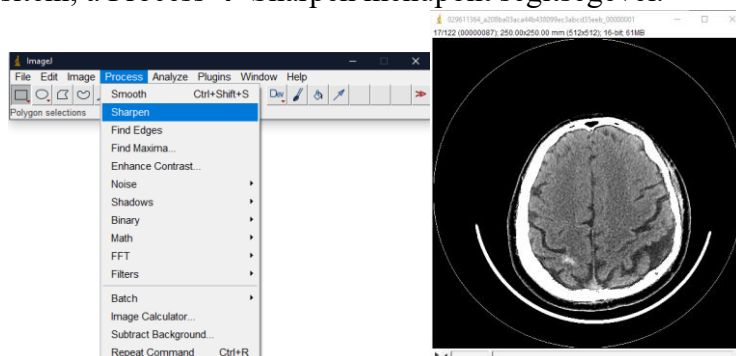
Itt el is érkezünk az ImageJ első gyenge pontjához, ami a 3D megjelenítés. Ezt az Image → Stacks → 3D project fülön érjük el, de mint az a képen is látható, ez a 3D projekció meg sem közelíti a 3DSlicer képességeit. A 3D projekciót csak egy előre beállított tengely mentén forgathatjuk a projektálás után.



ábra 4: 3D modell megjelenítése ImageJ-ben.

3.4.2. Az ImageJ szegmentációs képességei

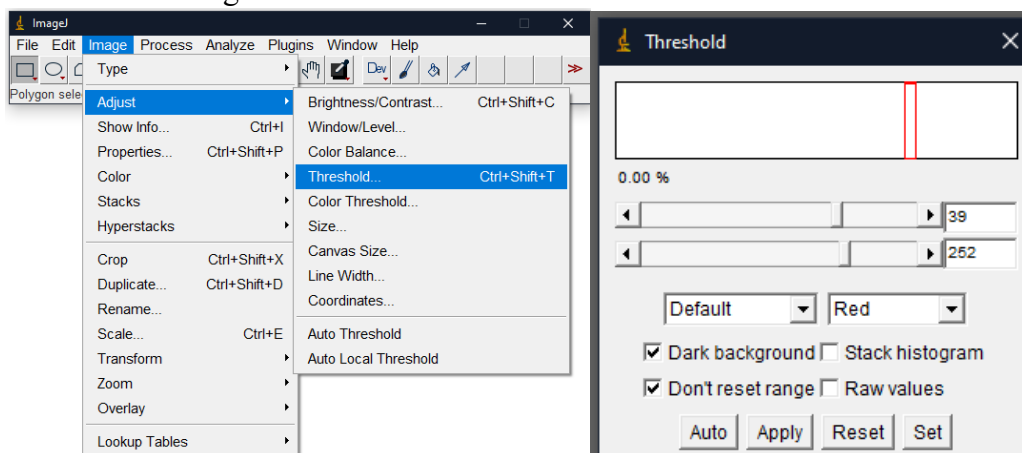
ImageJ-n belül az én tapasztalataim alapján jóval nehezebb a szegmentálás, mint 3DSlicerben. Az alapvető eszköz, ami rendelkezésünkre áll, az a trashold. A képet először érdemes kiélesíteni, a Process → Sharpen menüpont segítségével.



ábra 5: Kép élesítése ImageJ-ben.

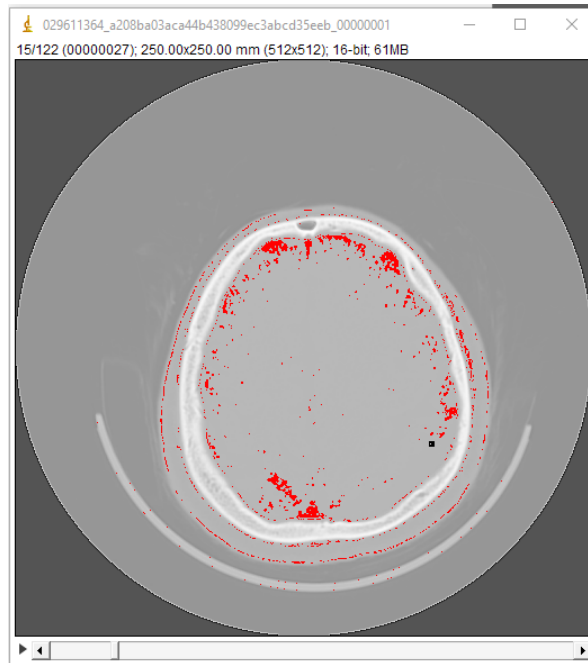
Az új képen már szabad szemmel is sokkal könnyebb a bevérzés helyének meghatározása, annak egyértelmű jelenléte esetén. Viszont egy nagy kiterjedésű már felszívódott, vagy akár rejtett bevérzéseket ezzel a módszerrel még semmi esélyünk felismerni.

Ezután az Image → Adjust → Threshold menüpontot választva lehetőség nyílik a talán egyetlen beépített és hasznos szegmentációs eszköz használatára.



ábra 6: Threshold beállítása ImageJ-ben.

Itt egy újabb problémába ütközünk, miszerint nem állítható a trashold skála így egy hatalmas skálának kell egy nagyobb apró részét két nem túl precíz csúszkával állítani, ami nagyon bosszantó tud lenni. Ha mégis sikerül eltalálni, hogy a csúszka hol kell, hogy elhelyezkedjen, abban az esetben is csak egy ilyen erősen megkérdőjelezhető eredményt kapunk. Ezen pirosan jelölve vannak az agy átlag szöveténél magasabb értékű területek már, viszont nagyon sok a koponya körüli fals információ is benne van.



ábra 7: A tresholdon belüli elemeket piros foltok jelölik.

3.4.3. Makrók és pluginek az ImageJ-ben

Ahhoz, hogy ezzel az információval bármit kezdeni lehessen, vagy, hogy a művelet automatizálható legyen, makrók és pluginek készítésére nyílik lehetőség. A makrók elkészítése egyszerűbb folyamat, nagy hátrányuk, hogy csak a beépített eszközöket tudják alkalmazni. Plugint ImageJ-re Java nyelven lehet készíteni. Ez a hivatalos dokumentáció szerint is egy nagy volumenű dolog és nehézkes is. Nem is nagyon találni tutorialt ilyesmiről az interneten. Léteznek már egyéb kutatások során készült pluginek, de olyan amelyik megfelelőnek bizonyult volna számomra CT felvétel szegmentálásra egy sincs.

3.4.4. ImageJ pluginek az interneten

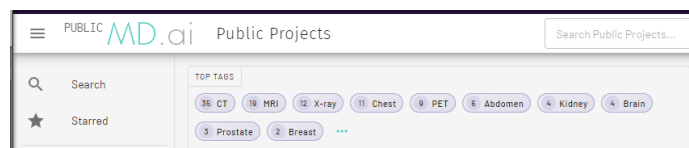
Hatalmas mennyiségben állnak rendelkezésre a hivatalos honlapra [12] feltöltött pluginok. Ezek közül kipróbáltam és átolvastam a szegmentálásra kitaláltakat és sajnos nem találtam olyat közöttük, ami megfelelné a problémának.

[Segmentation \[top\]](#)
[Mixture Modeling Thresholding](#)
[Otsu Thresholding](#)
[Watershed Segmentation Maximum Entropy Thresholding](#)
[MultiThresholder \(IsoData, MaxEntropy, Otsu, etc.\)](#)
[Multi Otsu Threshold](#)
[SIOX \(Simple Interactive Object Extraction\)](#)
[RATS \(Robust Automatic Threshold Selection\)](#)
[Densitometry 1 \(1-channel color segmentation\)](#)
[Densitometry 3 \(3-channel color segmentation\)](#)
[Blob Labeler \(labels connected blobs of pixels\)](#)
[RetFM-J \(segments and quantitates retina cell nuclei\)](#)

ábra 8: Szegmentáló pluginek ImageJ-hez.

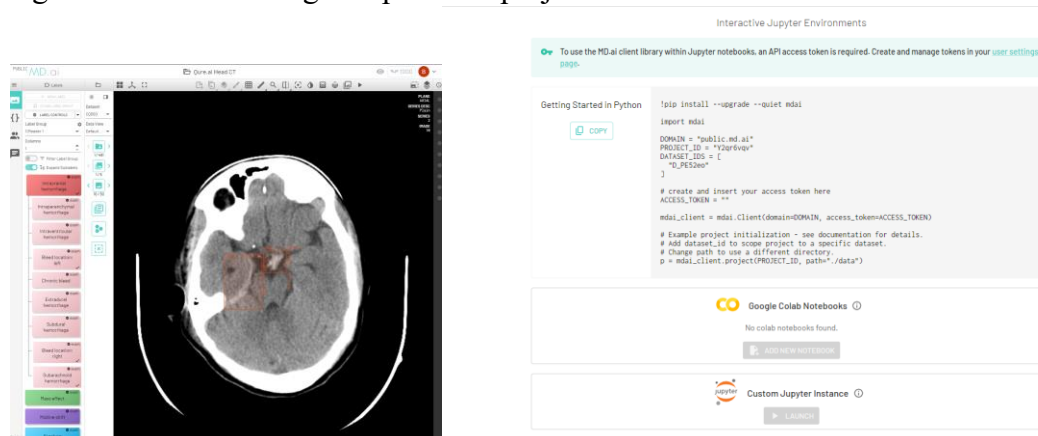
3.5. AI-t használó online annotációs környezet

Több annotációra fejlesztett szegmentációs program fellelhető az interneten, melyekkel lehet AI-t tanítani egy általunk annotált adathalmazzal. Ezek közül egy általunk alaposabban áttekintett projekt az MD.ai



ábra 9: Meglévő publikus projektek MD.ai-ban.

Itt megtekinthető a már meglévő publikus projekten keresztül a felvétel és azon az annotáció.

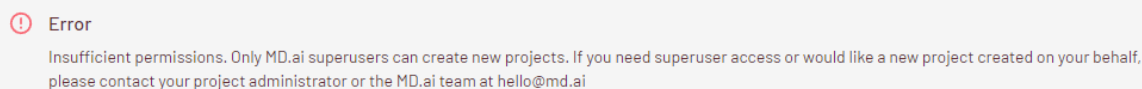


ábra 10: Az MD.ai annotációs környezete.

Ez a környezet AI segítségével ad különböző képfeldolgozási lehetőségeket, ennek következtében sokkal pontosabb és könnyebben felhasználható lehet, mint a hagyományos annotációs programok. A szoftver folyamatos fejlesztés alatt áll és magunk is készíthetünk hozzá Pythonban scripteket.

3.5.1. Saját projekt MD.ai-ban

Ahhoz, hogy saját projektet hozzunk létre az eszközben rendelkezünk kell superuser jogosultsággal. Ezt közvetlenül a fejlesztőktől lehet kérelmezni a hello@md.ai email címen.

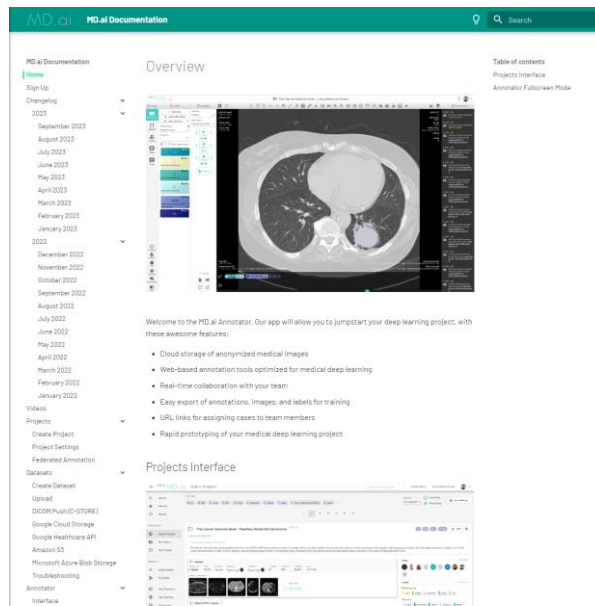


ábra 11: MD.ai-ban a projekt létrehozásához superuser státusz szükséges.

Sajnos ehhez nem sikerült a félév során hozzáférést szerezni, így a projekt ezen része megakadt.

3.5.2. MD.ai dokumentáció

Az MD.ai első átfutásra egy sokkal barátságosabb és részletesebb dokumentációval rendelkezik, mint az eddig szemrevételezett képfeldolgozó programok.

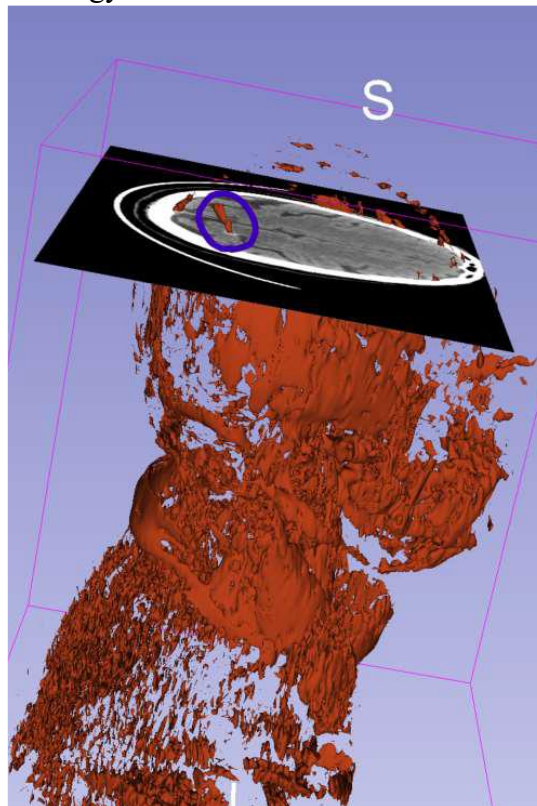


ábra 12: Az MD.ai dokumentációja.

3.6. Szegmentáció 3DSlicerben

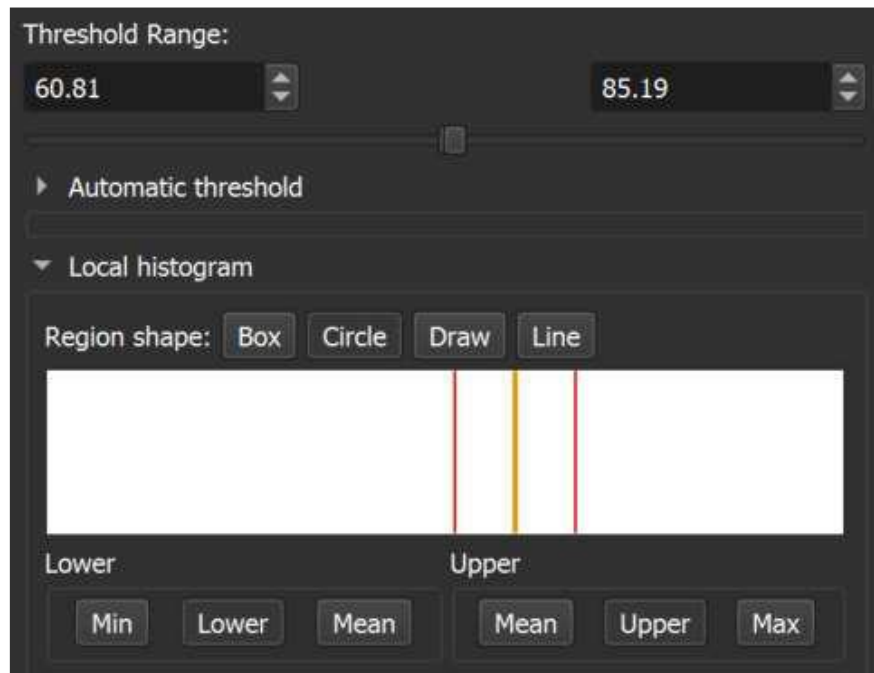
3.6.1. Treshold eszköz

A treshold eszköz használatával viszonylagos hatékonysággal kiszűrhető egy adott területen belül az agyvérzés. Problémát okoz viszont, hogy a CT felvételen nem csak az agyi szövet van rajta, hanem a koponya és egyéb dolgok is, melyeknek Hounsfield értékük jóval meghaladja az agyi szövetét és így közelebb áll a ICH értékéhez.



ábra 13: A piros területek a treshold által kijelölt részek. A bekarikázott folt ezek közül a bevérzés.

Slicerben ennek használatát úgy érhetjük el, hogy a Segmentation → Add → Threshold-ot választjuk.



ábra 14: Threshold beállítása Slicerben.

A legpontosabb agyvérzés jelölést körülbelül 60 és 85 közt kaptuk. A jó hír viszont, hogy ha kijelölünk egy körülbelüli területet az agyból, ahol valószínűsítjük, hogy a vérzés megtalálható, akkor azon belül már helyesen megtalálja ez a megoldás azt.

3.6.2. Plugin készítés 3DSlicerhez

Slicerben lehetőségünk nyílik plugint készíteni, melyekben fel lehet használni a már létező slicer könyvtárakat. Probléma ezzel, hogy csak egészben importálható egy adott a könyvtár a UI-ra így nem mindig egyszerű az alkalmazása.

4. Általunk kidolgozott módszer

4.1. Morfológiai képfeldolgozási műveletek

A morfológiai képfeldolgozási műveletek olyan eljárások, amelyeket a digitális képek strukturális elemzésére és módosítására alkalmaznak. Ezek a műveletek a képek alapvető formáinak és szerkezeti tulajdonságainak kiemelését vagy módosítását célozzák.

4.1.1. Erozio

Az erózió a morfológiai képfeldolgozás egy művelete, amely során a kép egy strukturális elemmel történő konvulzióját alkalmazzák. Ez a művelet a képen lévő objektumok méretét csökkenti, élesítve a képek kontúrjait. Az erózió hasznos lehet a zajok eltávolításában és a kis részletek kisimításában.

4.1.2. Dilatáció

A dilatáció a morfológiai képfeldolgozás másik alapvető művelete, amely az objektumokat növeli vagy kiszélesíti a képen. Ezáltal az objektumok kitöltik a teret és javul a szélük észlelése.

4.1.3. Nyitás

Az "opening" egy morfológiai operáció, amely a zajok és kisebb részletek eltávolítására szolgál. Ez a művelet először az eredeti képen egy strukturális elem (általában egy kis keret vagy gombóc) "erosion" (kopás) műveletével kezdődik, majd a kapott eredményen egy "dilation" (kitágítás) művelet hajtódik végre. Az "opening" tehát a kisebb részletek és zajok kisimításához és eltávolításához használható.

4.1.4. Zárás

A zárás egy másik kombinált morfológiai művelet, amely a dilatációt és az eróziót alkalmazza. Az erózióval kezdi, majd a dilatációval fejezi be, és javítja az objektumok széleinek élesítését és összekapcsolását.

4.2. Elért eredményeink

A morfológiai műveletek és a threshold segítségével, sikeresen előálltunk egy annotációs elmélettel. Ennek keretei közt egy Slicer pluginon a felhasználó két csúszka segítségével beállíthatja a számára ideális threshold küszöbértékeket, majd végrehajtva a morfológiai műveleteket, kap egy generált eredményt, amely jelöli a szeleteken és a térben összefüggően is az általa vérzésnek vélt részeket. Ezt ezek után az orvos egy ecset eszközzel módosíthatja ezt szeletenként, majd mentheti.

4.3. Követelmények a szegmentáló pluginnal szemben

A pluginnal szemben támasztott követelmények egyeztetése okán, konzultáción vettünk részt, a Péterfy Sándor utcai kórházban Dr. Viola Árpád, Ph.D. Idegsebész főorvossal. A beszélgetés során több fontos szempont is felmerült. Legfontosabb talán, hogy a felület minél könnyebben komolyabb informatikai ismeretek birtoklása nélkül is alkalmazható legyen, lehetőleg gyorsan és egyszerűen. Az orvos az annotálás során egy ecset eszköz segítségével be tudja jelölni az ICH-t, valamint láthassa, hogy a mi automatikus eszközeink mit jelöltek ki. Ezek után az orvos egy kattintással megadhatta, hogy a bevérzés az agy melyik területén helyezkedik el. Fontos feltétel volt továbbá a visszavonás lehetősége és az annotációs környezet előre felinstallálása és online elérése.

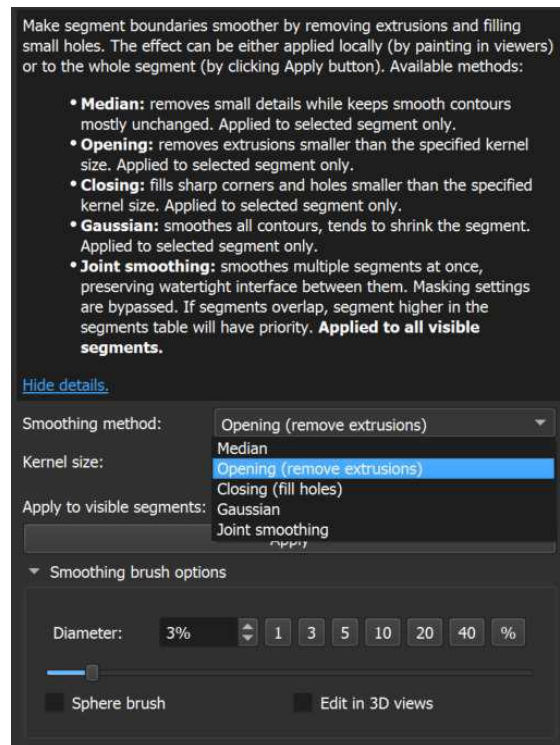
4.4. Az elkészült plugin UI-a és módszerek mögötte

4.4.1. Módszer

1. Lépés: Egy nagy méretű paint eszközzel körülbelül ki kell jelölni egy területet
2. Lépés: Az alapértelmezett thresholdot az agyi szövetre állítani, azaz a csontokat kizárni. (~[-700;110] Hounsfield)
3. Lépés: A thresholdot minél inkább a vérzést meghatározó értékekre állítani.
4. Lépés: Morfológiai operátorok alkalmazása

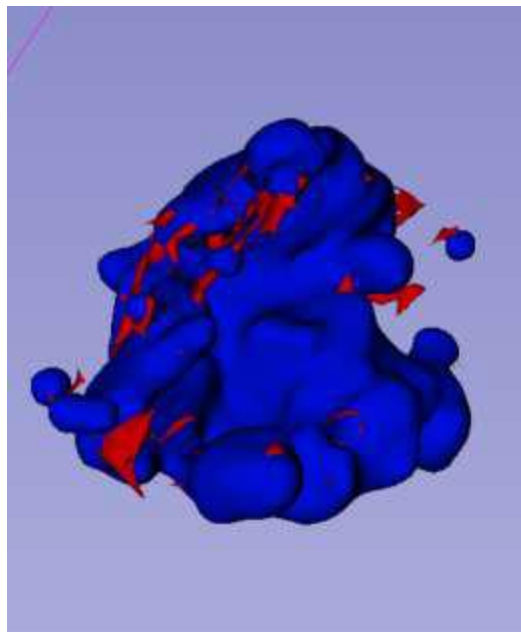
4.4.2. Megoldás Slicerben

Slicerben ehhez a Smoothing eszközt kell alkalmazni



ábra 15: Smoothing eszköz a Slicerben

A morfológiai műveletek végrehajtása után egy tömör, geometriailag jobban leírható egységet kapunk.



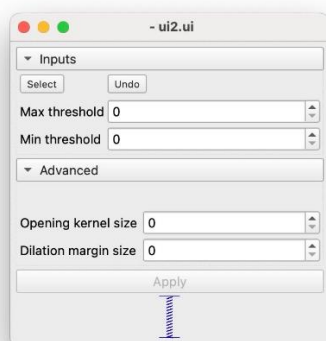
ábra 16: A pirossal jelölt részek az eredeti, threshold által kijelölt részei a vérzésnek. A kék terület, pedig a morfológiai operátorok használata utáni terület.

A paint eszköz megoldása a Slicerben igen nehézkes, így erre még nem született végső megoldás.

4.4.3. Felület

Slicer plugin inputs részében megadható a legmegfelelőbb threshold minimum és maximum értéke. Ezen kívül a felület rendelkezik egy advanced menüvel, ahol változtathatók a morfológiai műveletek

eredményei. Az advanced fül kezelése a laikus felhasználó számára nem szükséges, csak pontosítási lehetőségeket ad.



ábra 17: A Slicer plugin UI felülete

4.5. Eredmények értékelése

Az elért eredmények segítségével az orvosok pár lépés múlva elkezdhetik az annotációt, egy olyan környezetben, amely számukra is kezelhető és amelynek segítségével akár sokkal egyszerűbben megtalálhatnak olyan vérzéseket, amely szabad szemmel alig észrevehető.

4.6. Limitációk

A munka folyamán nehézséget okozott a nehezen hozzáférhető online annotációs programok elérése, valamint az ingyenesen használhatók, komoly technikai korlátjai és nehézkes alkalmazhatóságuk, fejleszthetőségük. Továbbá az orvosi gyakorlatnak való megfelelés, a felület laikus szemmel való áttekintése. Az adatbázis hatalmas mérete nehézkessé tette a neurális háló feltanítását és annak használatát így még nem tudtuk kipróbálni.

5. Összefoglalás

A tárgy keretein belül megismerkedtünk, az ICH-k diagnosztizálásával. Irodalomkutatást hajtottunk végre korábbi ezzel kapcsolatos projektek felkutatására és adatkeresést, anonim CT felvételeink bővítésének érdekében. Együtt működtünk és konzultáltunk orvossal. Áttekintettük a rendelkezésre álló szegmentációs környezeteket, ezek eszközeit és működésüket. Kidolgoztunk egy folyamatot, melynek segítségével orvosok könnyebben annotálhatnak bevérzéseket DICOM fileokon a Slicer segítségével. Ehhez felhasználtuk a Hounsfield tresholdot és egyéb morfológiai operátorokat. Valamint elkezdtük kiaknázni egy korábbi a témával kapcsolatos verseny győztesének projektjét, feltanítani ennek neurális hálóját.

6. Munka folytatása

A munka folytatásában a következő lépés az eset megvalósítása slicerben, aminek következtében az orvosok az annotációt meg tudják kezdeni. Ehhez szükséges még egy valamilyen környezet megvalósítása, hogy a felhasználóknak a program telepítésével és a plugin implementálásával ne keljen foglalkozniuk. Az annotációval párhuzamosan részünkről megkezdődhet a versenygyőztes neurális háló átalakítása, valamint feltanítása és tesztelése.

7. Hivatkozások

- [1] Radiological Society of North America, „RSNA,” [Online]. Available: <https://www.rsna.org/education/ai-resources-and-training/ai-image-challenge/rsna-intracranial-hemorrhage-detection-challenge-2019>.
- [2] S. E. S. M. E. L. B. A. P. K. V. S. M. M. M. W. Y. H. J. M. D. E. I. L. A. H. S. C. N. I. Ryan A. Rava, „ScienceDirect, Assessment of an Artificial Intelligence Algorithm for Detection of Intracranial Hemorrhage,” Június 2021. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878875021003272>.
- [3] A. Majumdar, L. Brattain, B. Telfer, C. Farris és J. Scalera, „IEEE Xplore, Detecting Intracranial Hemorrhage with Deep Learning,” 2018. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8512336>.
- [4] T. W. A. S. A. B. M.-N. P. K. A. B. Muhannad Seyam, „RSNA, Utilization of Artificial Intelligence–based Intracranial Hemorrhage Detection on Emergent Noncontrast CT Images in Clinical Workflow,” 9 Február 2022. [Online]. Available: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/ryai.210168>.
- [5] P. B. Agata Sage, „MDPI, Intracranial Hemorrhage Detection in Head CT Using Double-Branch Convolutional Neural Network, Support Vector Machine, and Random Forest,” 27 Október 2020. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/21/7577>.
- [6] R. Z. Z. C. W. Q. G. H. Z. S. W. G. W. Y. D. C. X. J. M. Jun Xu, „Frontiers, Deep Network for the Automatic Segmentation and Quantification of Intracranial Hemorrhage on CT,” 11 Január 2021. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2020.541817/full>.
- [7] Siemens, „Siemens Healthiners, syngo.CT DE Brain Hemorrhage,” Siemens, [Online]. Available: <https://www.siemens-healthineers.com/computed-tomography/options-upgrades/clinical-applications/syngo-ct-de-brain-hemorrhage>.
- [8] qure.ai, „qure.ai, CT files,” [Online]. Available: http://headctstudy.qure.ai/static/cq500_files.txt.
- [9] qure.ai, „qure.ai,” [Online]. Available: <http://headctstudy.qure.ai/>.
- [10] MD.ai, „MD.ai,” [Online]. Available: <https://md.ai/>.
- [11] imageJ, „ImageJ/download,” [Online]. Available: <https://imagej.net/ij/ij/download.html>.
- [12] ImageJ, „ImageJ/plugins,” [Online]. Available: <https://imagej.net/ij/ij/plugins/index.html>.