

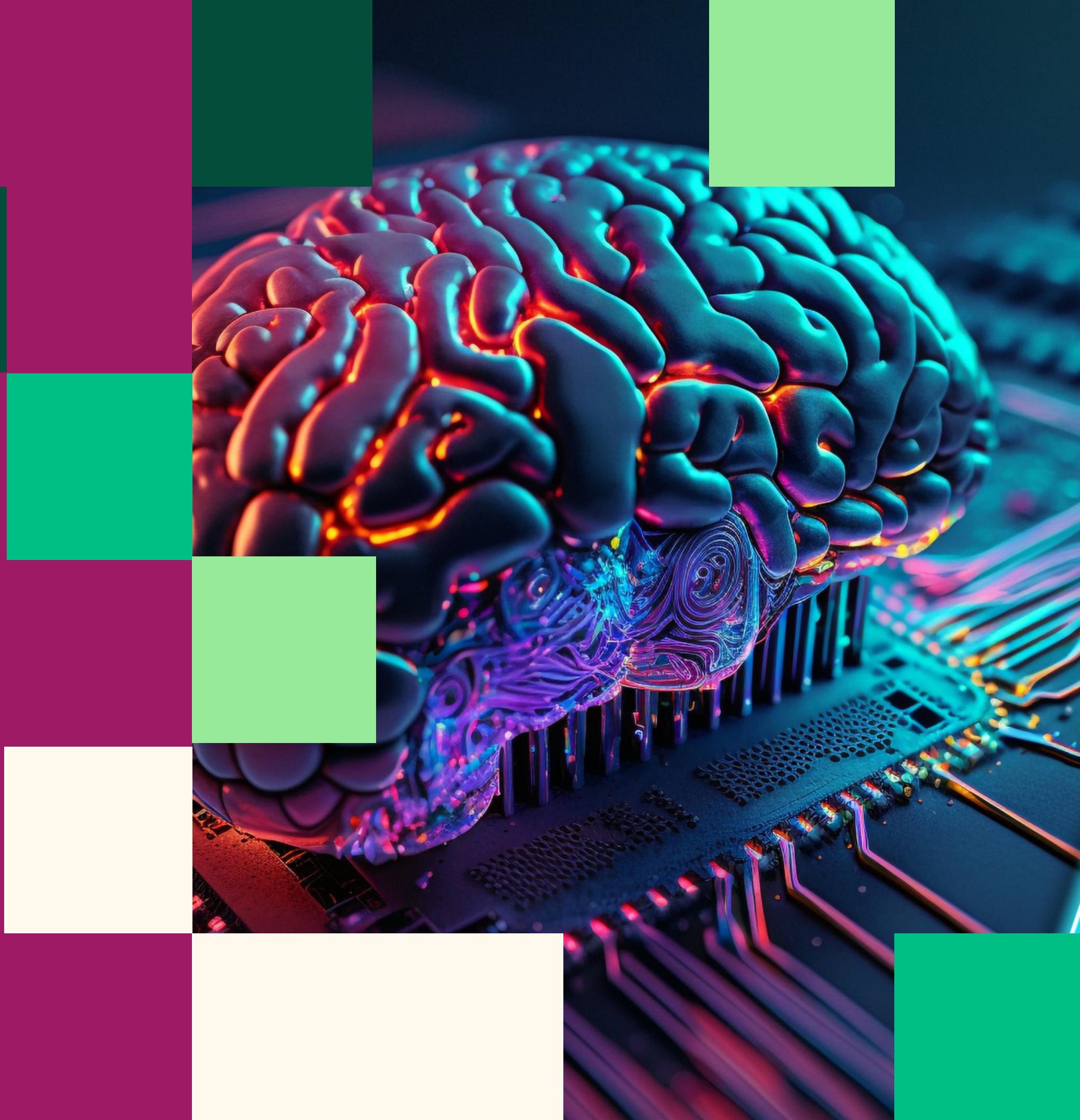


ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA

DATA DE DEFENSA

Classificació automàtica de nivells de demència a partir de raigs x

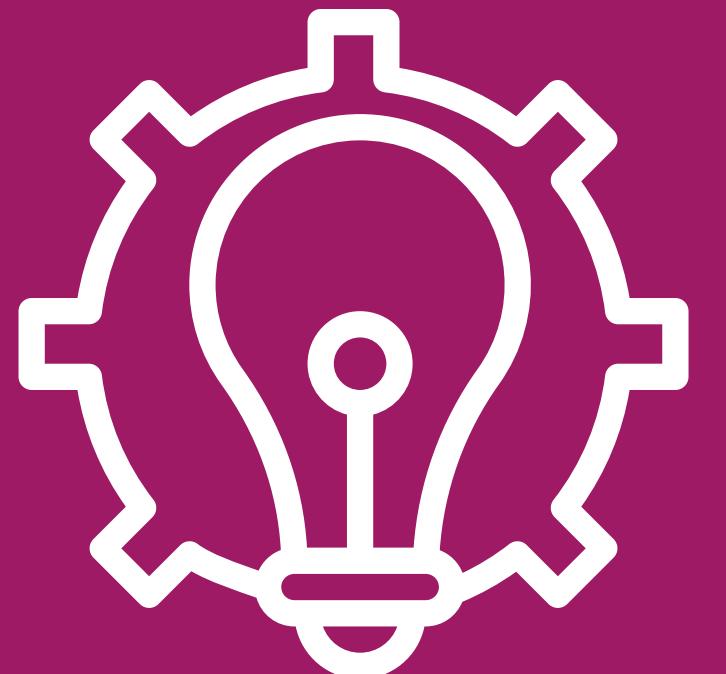
Escola Politécnica Superior - Universitat de
Lleida





- | | | | |
|---|------------------------------|----|-----------------------|
| 1 | Introducció | 6 | Conclusions |
| 2 | Marc teòric clínic | 7 | Afgraiaments |
| 3 | Marc teòric computacional | 8 | Bibliografia |
| 4 | IA vs. Alzheimer | 9 | Webgrafia |
| 5 | Implementació de la proposta | 10 | Torn obert de paraula |

índex



Introducció



La detecció precoç de l'Alzheimer és un gran repte del segle XXI, ja que els mètodes actuals de diagnosi són costosos i requereixen una quantitat important de temps.

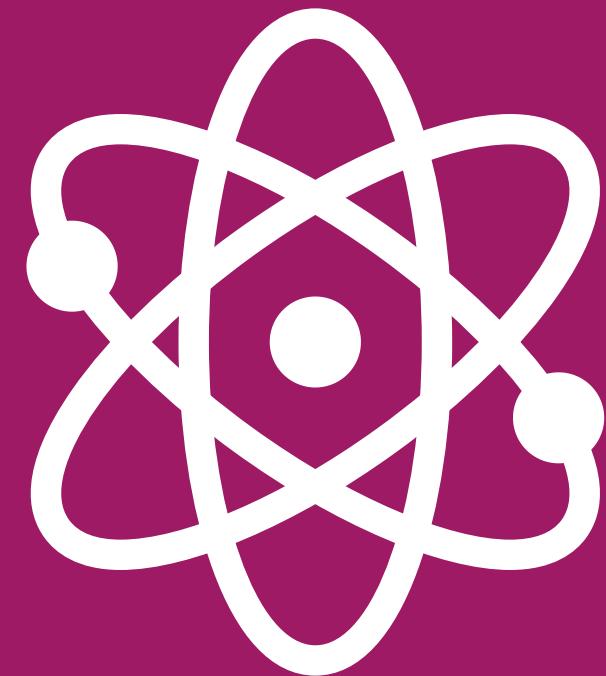
A més de la detecció precoç, és crucial poder garantir un tractament i una qualitat de vida dignes als pacients.

L'objectiu d'aquest treball és investigar de quina manera pot ajudar la intel·ligència artificial en aquest menester.

Diverses investigacions, dutes a terme amb *Machine Learning*, donen unes esperances molt bones en aquest camp de la salut.

La proposta de treball és dissenyar i implementar una CNN per poder classificar fins a 4 nivells de demència.

El treball s'estructura en dos marcs teòrics, un apartat per esmentar aplicacions de la IA en la salut, el desenvolupament de la proposta, un apartat de conclusions, glossaris, agraiaments i referències.



Marc teòric clínic

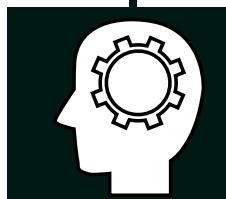
Marc teòric clínic

Context històric



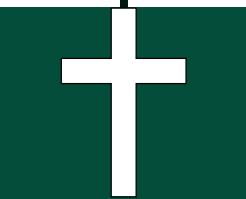
El Dr. Alois Alzheimer es topa amb la simptomatologia estranya d'una patient anomenada Auguste Deter.

1901



La patient Auguste Deter mor en un asil de Frakfurt

1906



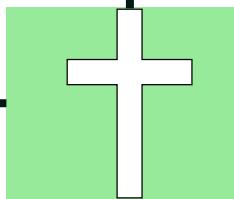
El Dr. Emil Kraepelin bateja la malaltia com "la malaltia d'Alzheimer"

1910



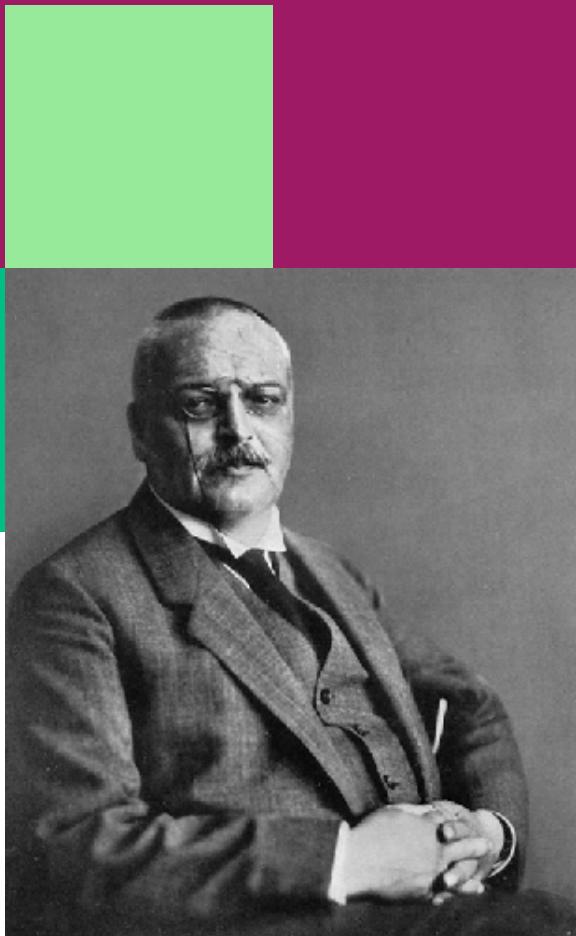
Mort del Dr. Alzheimer

1915



Marc teòric clínic

Context històric

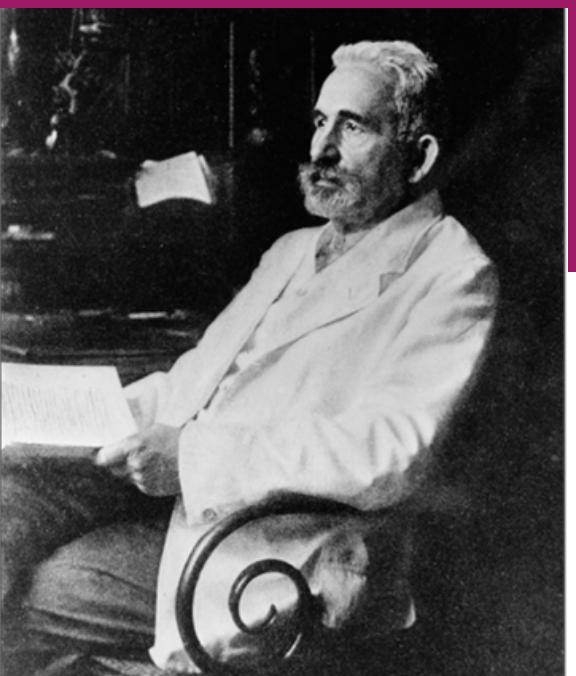


Alois
Alzheimer

Doctor en psiquiatria,
professor
d'universitat,
neuròleg,
neurocientífic,
neuropatòleg i metge

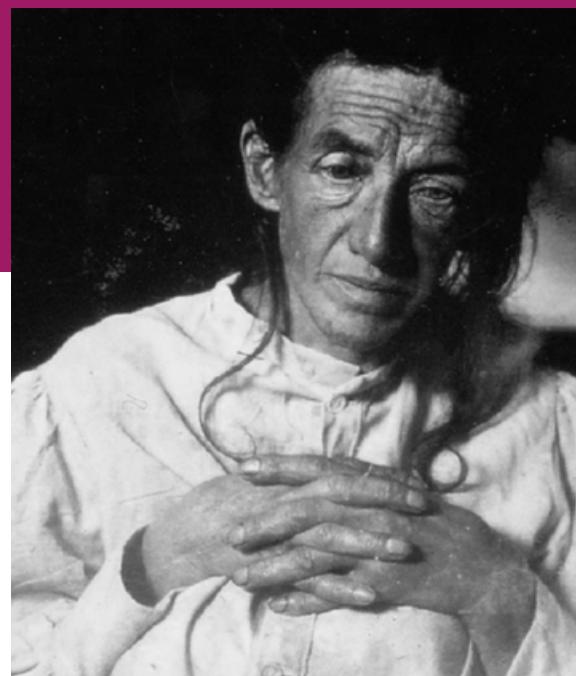


Universitat de Lleida



Emil
Kraepelin

Doctor en psiquiatría,
neuropatólogo i
professor
d'universitat

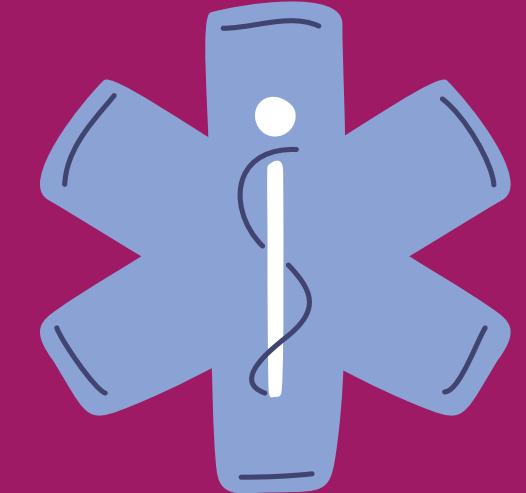


Auguste
Deter

Primera patient amb
la malaltia
d'Alzheimer

Marc teòric clínic

Definició i factors de risc



La demència és un conjunt de símptomes com: afectacions en la memòria, afectacions en el comportament i afectacions en les habilitats socials. Aquests símptomes dificulten el desenvolupament normal de les activitats quotidianes i la independència social.

Una gran part de les malalties que causen demència provoquen símptomes similars com la pèrdua de memòria, desorientació, agresivitat, problemes de parla i afectacions físiques.

Com cada persona "és un món" els símptomes es poden manifestar de manera molt diferent en cada pacient.

L'Alzheimer és la causa de demència més comuna i causa problemes amb la memòria, el pensament i el comportament. En cap cas és quelcom "típic" de l'edat.

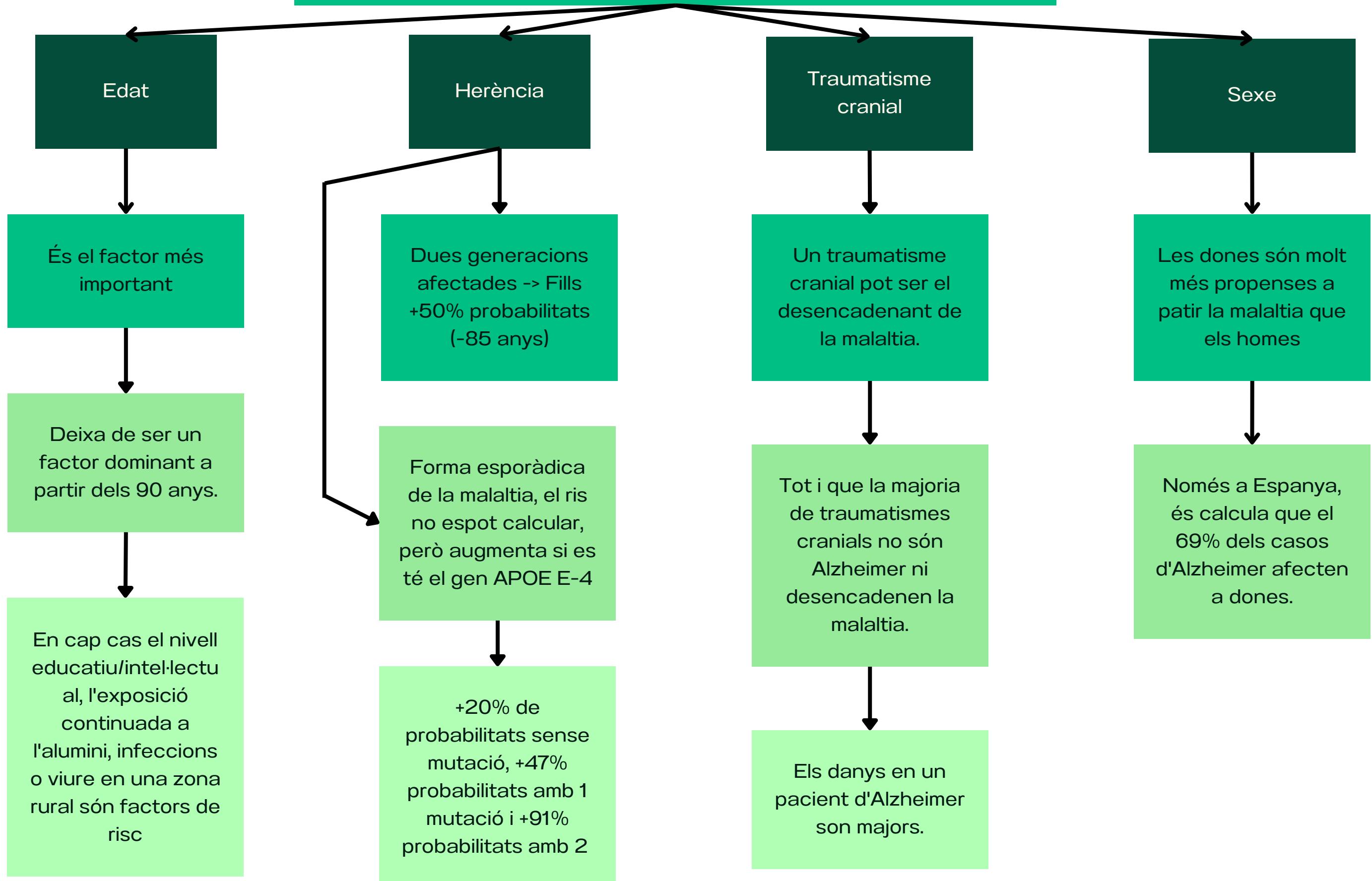
En ser una malaltia progressiva els símptomes es desenvolupen lentament i empitjoren amb el temps fins que la persona ja no pot gosar d'independència. Fins i tot es perd la capacitat de mantenir una conversa i respondre a l'entorn.

Tot i ser la més comuna, l'Alzheimer no és l'única causa de demència. També existeixen la demència vascular, la demència amb cossos de Lewy, la demència frontotemporal i la demència mixta.

Marc teòric clínic

Definició i factors de risc

Factors de risc en l'aparició d'Alzheimer



Marc teòric clínic

Simptomes d'alarma

1.- Pèrdua de memòria a curt plaç

2.- Dificultat per planificar o resoldre problemes

3.- Dificultat per desenvolupar tasques habituals ja sigui a casa, a la feina o al temps d'oci

4.- Desorientació en l'espai i temps

5.- Dificultat de comprensió visual

6.- Impediments per usar el llenguatge

7.- Posar objectes en llocs diferents a l'habitual i ser incapàc de trobar-los

8.- Disminució o falta de judici

9.- Pèrdua d'iniciativa

10.- Canvis d'humor o de personalitat



Marc teòric clínic

Estadis de la malaltia



En tot el món s'utilitza l'escala de deteriorament global desenvolupada pel Dr. Barry Reisberg.

Aquesta escala s'utilitza per determinar en quin nivell d'Alzheimer es troba la persona afectada.

La principal característica d'aquesta escala és que es divideix en dos grans grups; predemència i demència.

L'escala consta de 7 estadis diferents de la malaltia.

Els estadis 1 a 3 són els estadis de predemència i els estadis 4 a 7 són els estadis de demència

L'estadi 5 és l'estadi d'inflexió on la persona malalta ja no pot gosar d'independència.

Marc teòric clínic

Llistat d'estadis i característiques

- Bloc predemència:
 - Estadi 1: No demència observable.
 - Estadi 2: Pèrdua de memòria relacionada amb l'edat.
 - Estadi 3: Deteriorament cognitiu lleu -> Dificultat per planificar esdeveniments socials, disminució del rendiment laboral, problemes per aprendre noves habilitats.
- Bloc de demència:
 - Estadi 4: Declivi cognitiu moderat -> Dificultat per dur a terme activitats quotidianes.
 - Estadi 5: Declivi cognitiu moderadament sever -> Incapacitat d'escollir la roba adient a les capacitats meteorològiques, disminució de la capacitat d'afrontar circumstàncies de la vida quotidiana, desorientació i pèrdua de memòria.
 - Estadi 6: Declivi cognitiu sever
 - Estadi 6A -> Incapacitat de vestir-se.
 - Estadi 6B -> Malgrat poder banyar-se tot sol, el malalt ja no pot regular la temperatura de l'aigua.
 - Estadi 6C -> Pèrdua de la capacitat de bany.
 - Estadi 6D -> Incontinència urinària i fecal i dificultat de recordar dates, adreces, condicions del clima del dia, etc.
 - Estadi 6E -> Confusió dels membres de la família, afectació a la parla, canvis emocionals, records defectuosos, impossibilitat de resoldre tasques matemàtiques bàsiques.



Marc teòric clínic

Llistat d'estadis i característiques

- Estadi 7: Declivi cognitiu molt sever
 - Estadi 7A -> Discurs limitat a 12 paraules, o menys, completament intel·ligibles.
 - Estadi 7B -> Discurs limitat a 1 paraula completament intel·ligible.
 - Estadi 7C -> Pèrdua de la capacitat de deambular.
 - Estadi 7D -> Pèrdua de la capacitat d'asseure's i aixecar-se.
 - Estadi 7E -> Pèrdua de la capacitat de somriure.
 - Estadi 7F -> Pèrdua de la capacitat d'aixecar el cap de manera independent.



Marc teòric clínic

Consells preventius

Aquests consells els atorga CEAFA, l'associació espanyola contra l'Alzheimer i es podrien resumir amb el terme "vida sana"

1.- Suar

2.- Desafiaments mentals

3.- Deixar de fumar

4.- Control adequat de la salut

5.- Protegir el cap

6.- Dieta sana i equilibrada

7.- Dormir les hores adequades

8.- Vida social activa

9.- Reducció de l'estrés



Marc teòric clínic

Mètode diagnòstic actual



Donar resposta a les preguntes; quins símptomes s'han patit? Quan van començar a manifestar-se? Amb quina freqüència es manifesten? Han anat a pitjor en cada manifestació?

Revisió completa de l'historial clínic del/la pacient i cerca d'anecedents familiars.

Avaluació de l'estat anímic i mental.

Avaluació de la dieta i la nutrició, la pressió arterial, la temperatura, el pols, cor i pulmons mitjançant auscultació... Analítiques de sang i orina.

Examen neurològic.

Presa d'imatges MRI i CT scan per descartar tumors, accidents vasculars, danys causats per un trauma o acumulació de líquid.

Marc teòric clínic

Tractament actual



A causa que encara no es coneixen, completament, les causes de l'Alzheimer, no hi ha medicines que puguin curar o prevenir la malaltia.

Els primers medicaments que es van dissenyar per combatre la malaltia van ser els inhibidors de la colinesterasa (augment de l'acetilcolina) i la memantina (control de l'activitat del glutamat). Aquestes medicines poden endarrerir l'empeorament de la simptomatologia, però no poden tractar lesions cerebrals ni prolongar la vida.

Hi ha dos tipus de medicaments aprovats: els que alleugen temporalment els símptomes i els que retarden la malaltia. No obstant això, no són efectius en tots els casos i poden perdre eficàcia amb el temps.

Les medicacions aprovades ho estan per determinades etapes de la malaltia. Aquestes etapes es basen en els resultats de les proves que avaluen la memòria, la consciència espai-temps, els pensament i el raonament.

Els metges poden receptar medicines diferents de les aprovades per les institucions públiques (Espanya l'AEMPS). Les etapes no són precises, les respostes als medicaments variables i les opcions de tractament limitades.

Les medicines aprovades avui dia a Espanya per combatre l'Alzheimer, estan pensades per l'etapa de deteriorament cognitiu lleu. És a dir, són medicaments pensats per tractar signes generals de demència, no per l'Alzheimer.

Marc teòric clínic

Tractament futur - Aducanumab i Lecanemab



Aducanumab és una medicina (intravenosa) recentment aprovada per la FDA per a pacients amb deteriorament cognitiu lleu i demència lleu per Alzheimer.

S'ha aprovat de manera accelerada per la seva capacitat de reduir la proteïna beta-amiloide. Tot i que el seu efecte en el rendiment diari no està clar.

Alguns efectes secundaris poden incloure anomalies en les imatges cerebrals. Anomalies com un edema cerebral, dipòsits d'hemosiderina o microhemorràgies. Aquestes anomalies s'han de monitorar amb imatges per MRI.

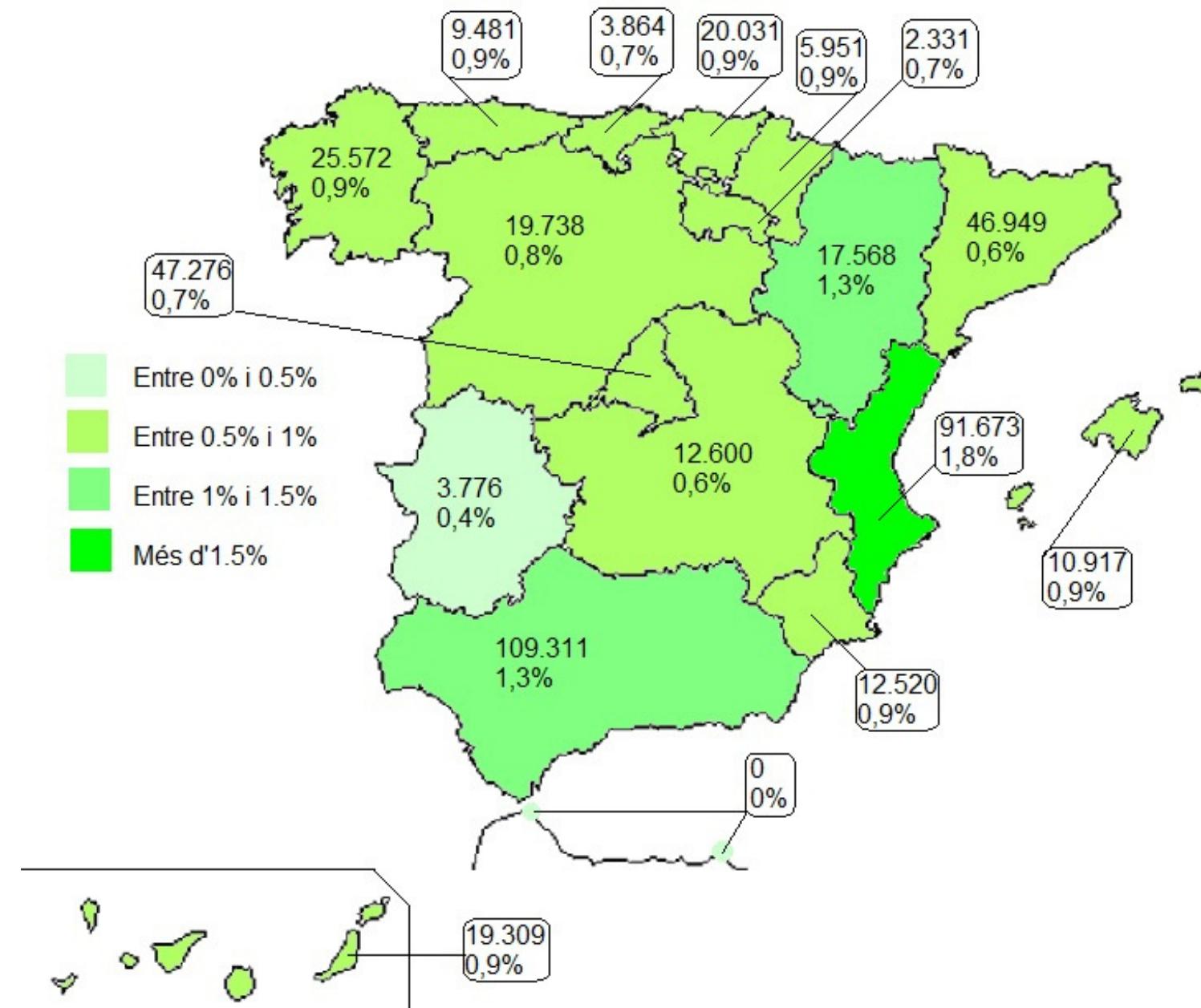
Lecanemab és una medicina, encara en fase experimental, que ha mostrat resultats molt prometedors en pacients amb una forma lleu d'Alzheimer i deteriorament cognitiu per culpa d'aquesta. La FDA contempla que estigui disponible aquest 2023.

Un assaig clínic de fase 3 va demostrar que Lecanemab redueix en un 27% el deteriorament cognitiu en pacients amb Alzheimer primerenc. L'estudi tracta en avaluar com afecta els malalts d'Alzheimer la destrucció de plaques amiloides.

També s'està estudiant l'efecte preventiu amb persones de risc.

Marc teòric clínic

Estadístiques

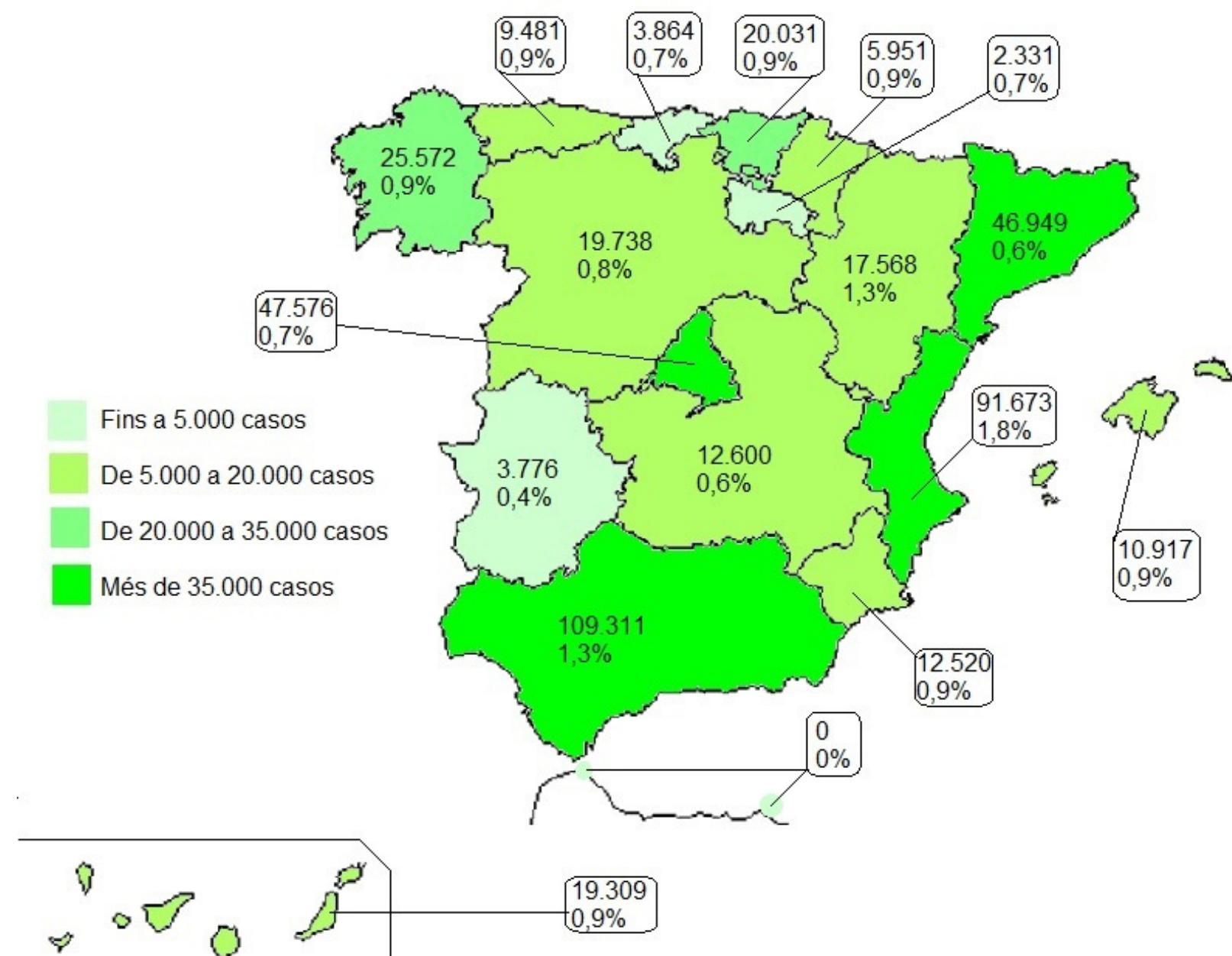


Casos de demència totals l'any 2019:

- 140.248 casos en homes -> 30,6%
- 318.621 casos en dones -> 69,4%

Finestra d'Alzheimer (entre el 60% i el 80% dels casos de demència):

- Entre 84.149 i 112.199 casos d'Alzheimer en homes.
- Entre 191.173 i 254.897 casos d'Alzheimer en dones.



Marc teòric clínic

Principals associacions nacionals



Universitat de Lleida

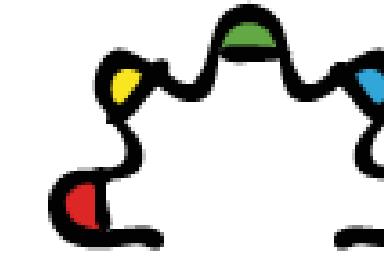
**fundació
pasqual
maragall**



ASOCIACIÓN FAMILIARES
ALZHEIMER VALENCIA



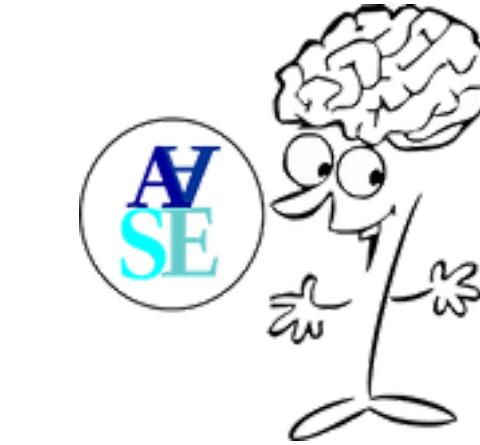
FEDERACIÓN DE
ASOCIACIONES DE
FAMILIARES DE ENFERMOS
DE ALZHEIMER

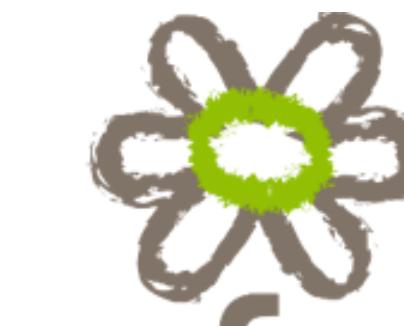


CONFEDERACIÓN
ESPAÑOLA DE
ALZHEIMER

fevafar
ALZHEIMER


AFAMUR
ASOCIACIÓN DE FAMILIARES DE ENFERMOS DE ALZHEIMER DE LA REGIÓN DE MURCIA




afaga
Alzheimer

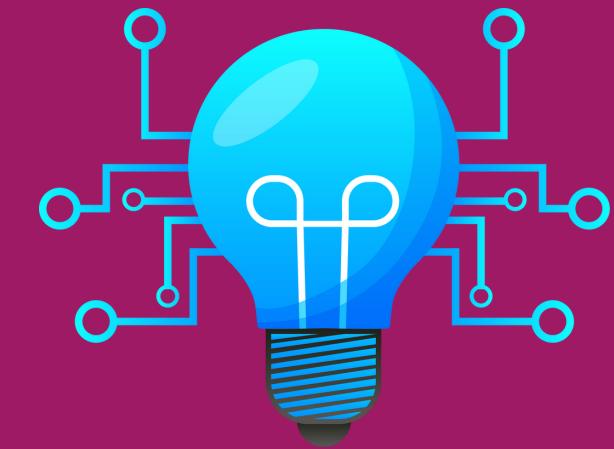

**ASOCIACIÓN
ALZHEIMER
ASTURIAS**
A . F . A . A S T U R I A S



Marc teòric computacional

Marc teòric computacional

Context històric i definició d'intel·ligència artificial



La història de la IA neix l'any 1950 quan Alan Turing publica el llibre "Computing machinery and intelligence".

Per primer cop, en aquest llibre es planteja la capacitat de pensar de les màquines. Des d'aquesta data, la IA ha acumulat numerosos èxits i fracassos estrepitosos.

Entenem per IA la capacitat que té una màquina d'adquirir aptituds relacionades amb els éssers humans.

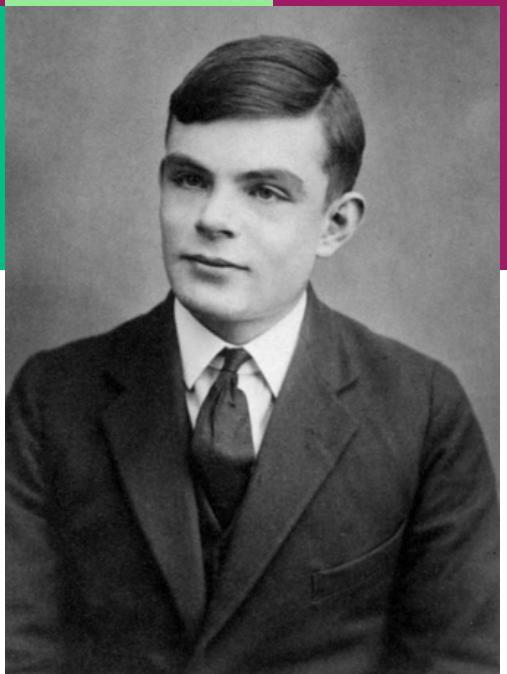
Aquestes aptituds inclouen el raonament i l'aprenentatge, entre d'altres.

En altres paraules, la IA és un conjunt d'algorismes que pretén fer que les màquines imitin el comportament humà.

Segons els experts en informàtica, Stuart Russell i Peter Norvig, es poden trobar quatre tipus diferents de IA.

Marc teòric computacional

Context històric i definició d'intel·ligència artificial



Alan Turing

Informàtic teòric,
matemàtic, professor
universitari,
criptògraf, lògic,
estadista,
maratonista i
investigador de la IA



**Stuart
Russell**

Informàtic teòric,
enginyer, professor
universitari i
investigador de la IA

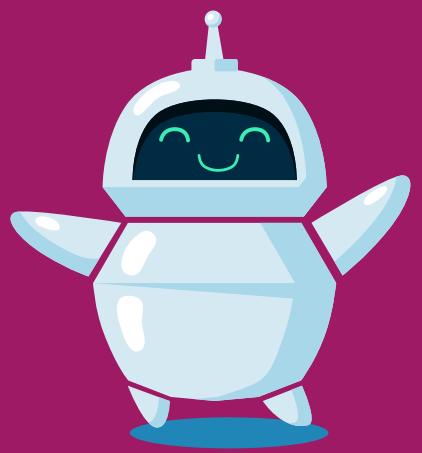


Peter Norvig

Informàtic teòric,
matemàtic, professor
universitari i
investigador de la IA

Marc teòric computacional

Tipus de IA



Classificació feta segons els experts Stuart Russell i Peter Norvig

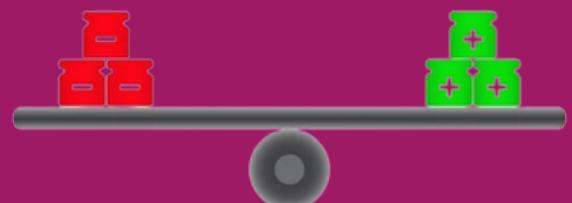
Sistemes que pensen com els humans. Són aquells que automatitzen tasques com prendre decisions, resoldre problemes, etc. Per exemple les xarxes neuronals

Sistemes capaços de recrear el comportament humà. Duen a terme tasques de la mateixa manera que ho faria un humà. Per exemple els robots.

Sistemes de pensament racional. Són aquells sistemes que intenten copiar la lògica de pensament, és a dir, percebre, jutjar i actuar d'acord amb un estímul extern. Per exemple els sistemes experts (RBR o CBR).

Sistemes d'actuació racional. Intenten copiar la forma de comportament humà. Per exemple els sistemes intel·ligents

Marc teòric computacional



Avantatges i desavantatges de la IA

Tenint en compte les defenses de la IA fetes per Andy Chan, Product Manager de Infinia ML, i Kai-Fu Lee, fundador del fons de capital de risc Sinovation Ventures, la IA té 9 avantatges principals i 3 desavantatges.

- Avantatges:
 - Automatització de processos
 - Potenciació de les tasques creatives
 - Precisió
 - Reducció de l'error humà
 - Reducció del temps emprat en l'anàlisi de dades
 - Manteniment predictiu
 - Millora en la presa de decisions a escala productiva i de negoci
 - Control i optimització de processos productius i línies de producció
 - Augment de la productivitat i de la qualitat de la producció

- Desavantatges:
 - Disponibilitat de dades
 - Insuficiència de personal amb la qualificació adequada
 - Cost i temps d'implantació dels projectes

Marc teòric computacional

Avantatges i desavantatges



Andy Chan

Economista, analista
de Big Data i Product
Manager a Infinia ML

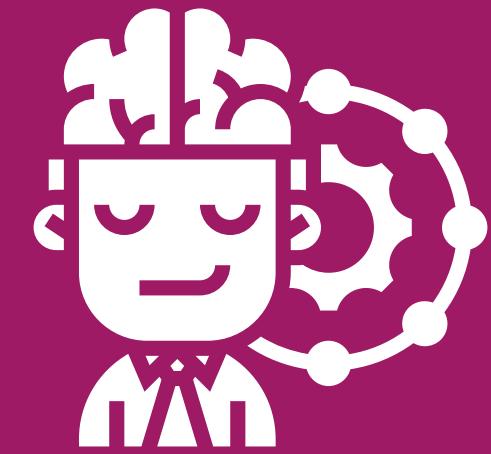


Kai-Fu Lee

Emprenedor,
informàtic teòric,
enginyer, empresari,
científic de la
informació i fundador
del fons de capital de
risc Sinovation
Ventures

Marc teòric computacional

Definició d'aprenentatge automàtic i tipus



L'aprenentatge automàtic és una disciplina que atorga a les màquines la capacitat d'aprendre, de manera autònoma, patrons en dades massives i elaborar prediccions.

Existeixen 4 tipus d'aprenentatge automàtic.

Aprenentatge supervisat. Model intel·ligent que s'ha entrenat amb una DB perfectament etiquetada i que fa prediccions a partir d'aquestes etiquetes (Classificació d'imatges o àudios).

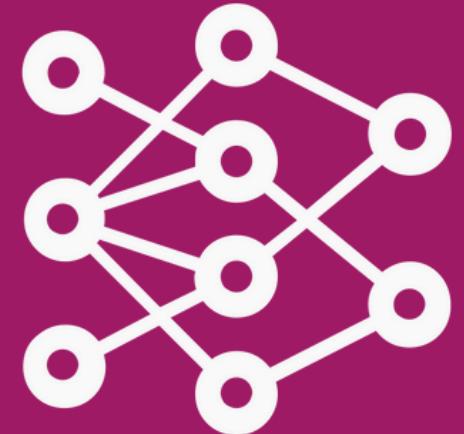
Aprenentatge no supervisat. Els models troben els patrons existents entre les dades a analitzar (Agrupar imatges).

Aprenentatge semisupervisat. Mescla dels anteriors. Utilitza un grup mínim d'etiquetes, però la gran majoria de dades no estan etiquetades (Classificació de correus com spam o no spam).

Aprenentatge per reforç. És capaç de funcionar sense grans quantitats de dades. La IA guia el seu aprenentatge a través d'un sistema de recompenses i càstigs (prova i error) (Navegar entre un node origen i un node destí d'un graf de tal manera que la suma dels pesos sigui mínima).

Marc teòric computacional

Definició de xarxa neuronal i enumeració de tipus



Una xarxa neuronal és un model matemàtic que imita el processament d'una certa informació tal com ho faria un cervell humà.

El seu objectiu principal és emular el comportament d'un cervell humà, per aquesta raó, s'organitza amb capes i neurones.

De la mateixa manera que en un cervell real, la unitat bàsica de processament d'informació són les neurones.

Les neurones es transmeten senyals entre elles i aquests senyals es transmeten des de l'entrada fins a la sortida.

Segons la topologia de la xarxa, hi ha 5 possibles classificacions diferents de xarxes neuronals (ANN en anglès)

Xarxes monocapa, xarxes multicapa (totalment o parcialment connectades), xarxes convolucionals, xarxes recurrents i xarxes de base radial.

Marc teòric computacional

Elements d'una xarxa neuronal

Una xarxa neuronal s'organitza en capes, on cada capa conté una o més neurones.

Normalment en una ANN es poden diferenciar: capa d'entrada, capes ocultes i capa de sortida.

La capa d'entrada representa tots els elements que s'entren a la xarxa per ser processats. Aquesta capa estarà formada per una o més neurones.

Les capes ocultes (en cas d'existir), són les que es troben entre la capa d'entrada i la de sortida i, s'encarreguen de processar les dades i d'extreure característiques per a donar un resultat precís en les prediccions.

La capa de sortida és una capa que tindrà tantes neurones com possibles resultats i s'encarregarà de donar el resultat de la predicció.

Cada neurona es relaciona mitjançant "pesos" amb algunes (o totes) les neurones de la capa següent, així, les dades es presenten a la primera capa i els valors es propaguen des de la neurona en la qual es troben en aquell moment fins a totes les neurones de la capa següent amb les que hi hagi relació fins a arribar a la capa de sortida.

Marc teòric computacional

Xarxes neuronals convolucionals

Són un algorisme d'aprenentatge profund que estan dissenyades per l'anàlisi d'atributs visuals de grans quantitats de dades.

Tot i que, normalment, s'utilitzen per aspectes relacionats amb les imatges, també es poden utilitzar per a altres aplicacions dins del món de la IA com per exemple el processament del llenguatge natural.

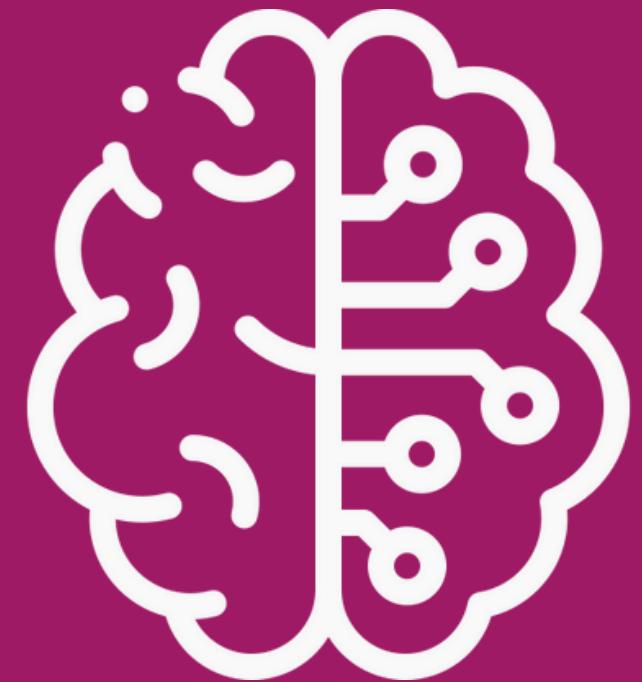
Com tota xarxa classificatòria, en primer lloc, s'ha de realitzar una fase d'extracció de característiques.

D'aquesta fase se n'encarreguen les neurones convolucionals. Seguidament, es du a terme una operació de reducció per mostreig (pooling) i finalment es realitza la classificació en unes neurones més senzilles.

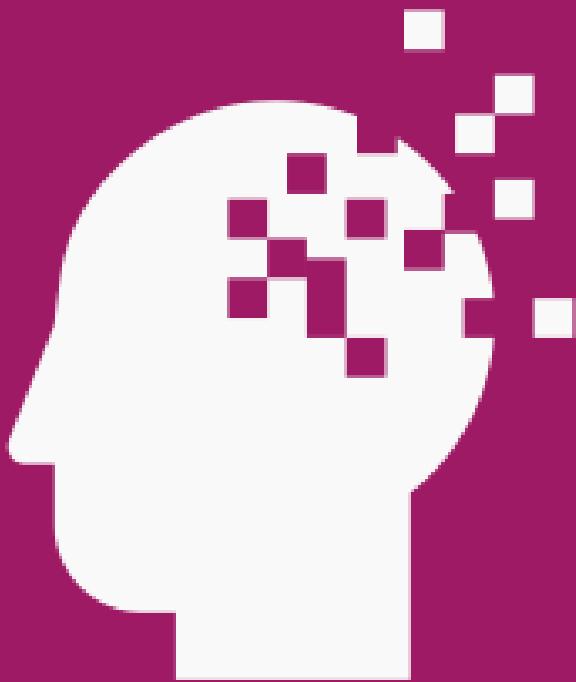
La fase d'extracció de característiques té una similitud molt elevada amb el procés d'estimulació del còrtex visual del cervell humà a causa del fet que ambdues involucren la detecció i representació de patrons visuals per al processament de la informació.

A mesura que les dades avancen cap a la capa de sortida es van fent més petites.

D'aquesta manera les primeres capes són menys sensibles als canvis (detecció genèrica) i les últimes són extremadament sensibles als canvis (detecció precisa).



VS



Intel·ligència artificial vs. Alzheimer

Intel·ligència artificial vs. Alzheimer

Neuro House - 22/10/2020



Es publica al web [Neuro House](#) el 22 - 10 - 2020 i es titula "La inteligencia artificial, una nueva aliada contra el Alzheimer"

Gràcies als progressos que està tenint la IA és possible detectar casos d'Alzheimer fins amb 15 anys d'antelació a l'aparició dels primers símptomes.

Aquesta detecció es fa mitjançant l'estudi genètic i el monitoratge continu dels pacients.

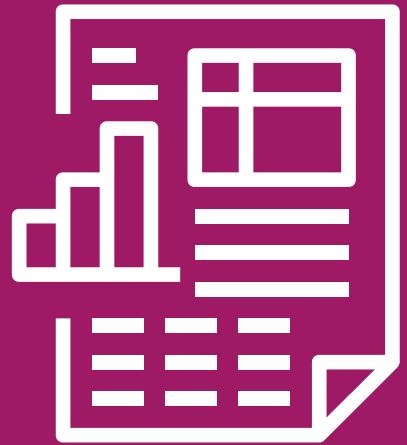
Aquest article assegura que està previst, que de manera futura, la IA pugui servir per detectar altres afectacions mentals de caràcter mortal com, per exemple, la depressió.

Un grup d'investigadors de la Universitat de Califòrnia, han desenvolupat una IA que pot detectar la disminució del consum de glucosa.

La disminució del consum de glucosa és un dels primers símptomes de l'Alzheimer.

Intel·ligència artificial vs. Alzheimer

La Vanguardia - 27/04/2022



Es publica el [paper](#) el 03 - 03 - 2022 i es titula "A multi-stream CNN for classification of progressive MCI in Alzheimer's disease using structural MRI images"

La proposta de recerca consta de dos passos. Desenvolupar un enfocament basat en les dades utilitzant la tècnica estadística "Hotelling's T-squared distribution" i implementar una CNN on cada flux s'alimenta de fragments d'imatge de 19x19x19.

Amb la tècnica estadística l'equip investigador crea un mapa en forma de cervell tot identificant diferents aspectes anatòmics. Cadascun d'aquests punts s'associa a una coordenada 3D i s'extreu un fragment de 19x19x19.

"Hotelling's T-squared distribution" és una tècnica que consisteix a comparar els valors de les mitjanes dels grups de classificació per poder determinar si els diferents grups tenen, o no, diferències estadístiques significatives.

Els investigadors han avaluat el rendiment del mètode en 3 passos experimentals: entrenar la CNN de flux múltiple amb imatges de MRI, transferir els pesos a una arquitectura idèntica tot ajustant-la amb dades relacionades amb pacients sMCI i pMCI i afegir biomarcadors.

Els resultats demostren que aquest mètode supera qualsevol altre enfocament existent per a la diagnosi de la malaltia.

Intel·ligència artificial vs. Alzheimer

La Razón- 07/11/2022



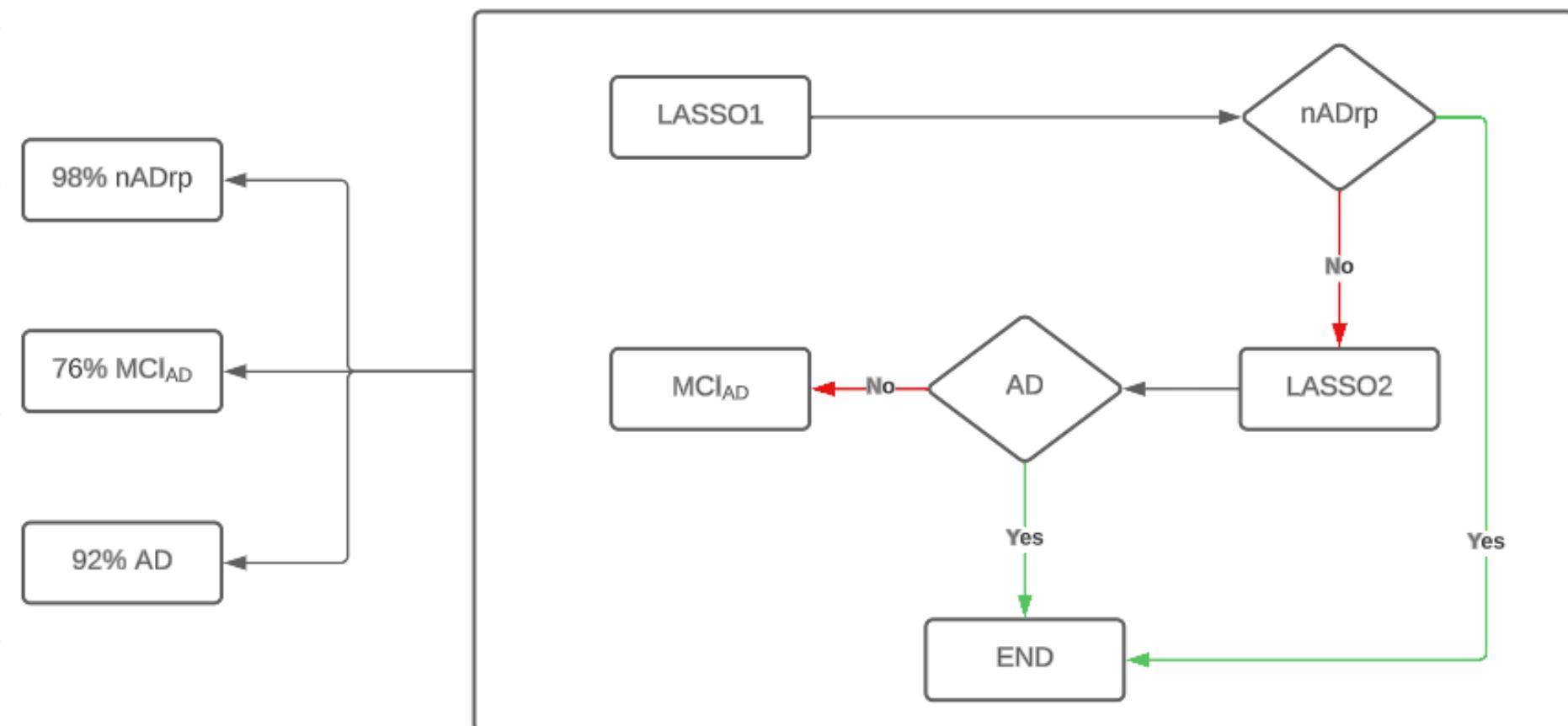
Es publica el [paper](#) 20 - 06 - 2022 i es titula "A predictive model using the mesoscopic architecture of the living brain to detect Alzheimer's disease"

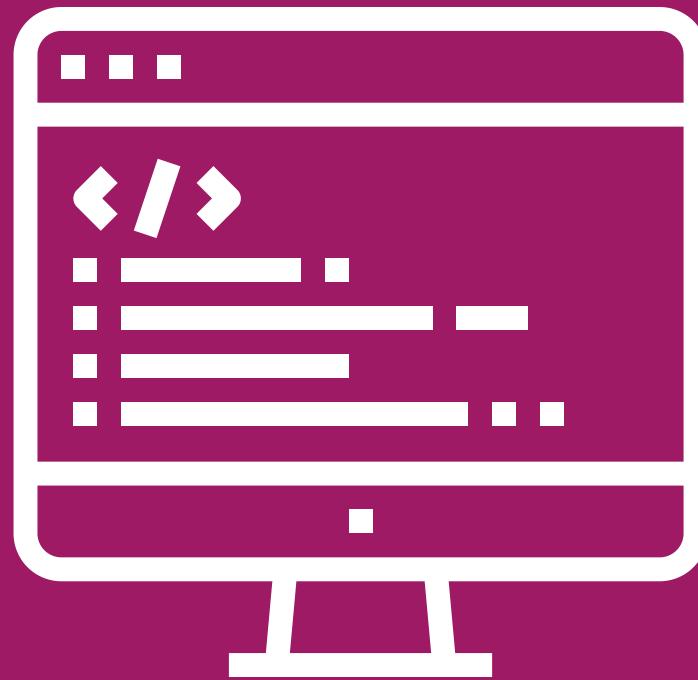
En aquesta recerca s'ha dissenyat un enfocament d'un operador de selecció i contracció mínima absoluta en dos passos (LASSO)

Les imatges seleccionades per a l'entrenament són imatges de MRI del tipus T1w que s'han segmentat en 115 regions mitjançant la funció de reconeixement FreeSurfer.

Després de la selecció i estandardització de les imatges, es crea un primer operador (LASSO1) que classifica entre persones amb patologia i sense patologia relacionada amb Alzheimer.

Dins d'aquest operador se'n crea un segon (LASSO2) que s'encarrega de classificar entre deteriorament cognitiu lleu causat per Alzheimer i Alzheimer.

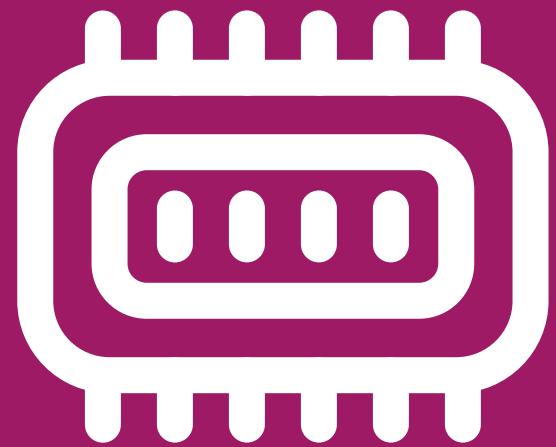




Implementació de la proposta de treball

Implementació de la proposta de treball

Característiques de la màquina i IDE



Característiques del PC

Sistema operatiu: Windows 10 Pro 64-bit

CPU: Intel Core i7-3770K (8 CPUs) 3.5GHz

RAM: 8GB

Disc dur: Western Digital Blue WD10EZEX 1TB

Característiques de l'IDE

Llibreta de Google Colab

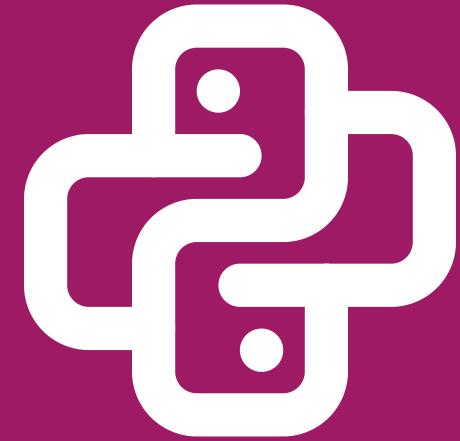
Backend de Google Compute Engine

RAM: 12.7 GB

Disc: 107.7 GB

Implementació de la proposta de treball

Llibreries de Python utilitzades



TensorFlow

Keras

os

datetime

Lime

Numpy

OpenCV

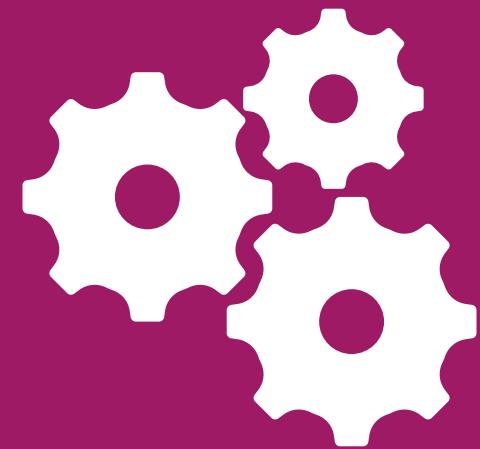
Matplotlib

scikit-image



Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Configuració de paràmetres



Després de descomprimir el dataset, amb la comanda `!unrar x -Y 'content/dataset.rar' '/content/'`, i un cop instal·lades i importades les dependències necessàries cal configurar una sèrie de paràmetres

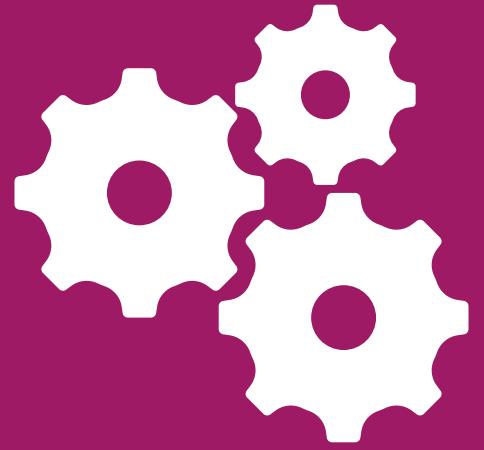
```
width_shape = 200
height_shape = 190
num_labels = 4
epochs = x
batch_size = y
label_names = ["MildDemented", "ModerateDemented", "NonDemented",
    "VeryMildDemented"]
```

$$\text{epochs} = \{x \mid x \in \mathbb{N} \wedge x > 0\}$$

$$\text{batch_size} = \{y \mid y \in \mathbb{N} \wedge y > 0\}$$

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Preprocessament de dades



Un cop configurats els paràmetres anteriors es crea un *ImageDataGenerator()* per les imatges d'entrenament i un altre per les dades de validació.

ImageDataGenerator() és una eina que, a partir d'un conjunt de dades, transforma, de manera automàtica, les imatges per augmentar les dades d'entrenament tot aplicant diverses operacions.

Augmenta l'efectivitat de l'entrenament creant versions d'una imatge. Aquestes alteracions de les imatges originals es duen a terme amb operacions de rotació, zoom, volteig...

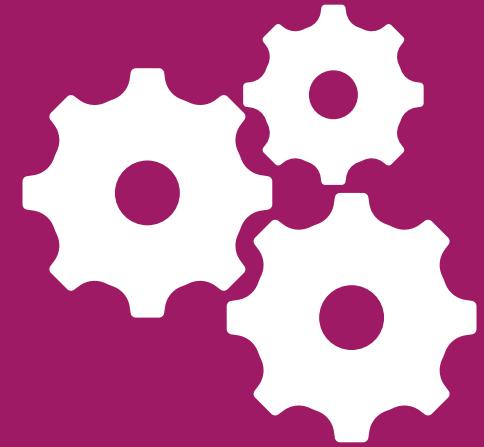
Com les imatges estan en un directori, s'utilitza la comanda *flow_from_directory()* la qual rep per paràmetre la ruta on estàn les imatges, les mides, la batch_size, el mode de color, el mode de classe i el paràmetre de mescla a *True*.

En aquest punt les imatges ja estan preprocessades.

No s'utilitza la comanda *split_dataset()* degut a que el dataset ja està separat entre dades d'entrenament i dades de validació.

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Arquitectura



L'arquitectura del model no és una arquitectura convolucional, sinó que és una arquitectura seqüencial que utilitza capes de convolució, normalització, reducció i regularització.

El fet d'utilitzar una arquitectura seqüencial té 3 motius principals.

La primera raó és la flexibilitat. És a dir, amb aquest tipus de model es poden crear models més complexos i, si s'escau, adaptar-los a altres tasques que no siguin la classificació.

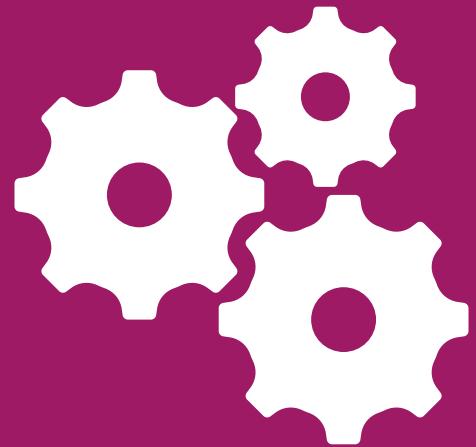
La segona raó és la capacitat de processar seqüències. És a dir, la utilització de capes de convolució juntament amb altres tipus de capes especialitzades a processar seqüències, dona com a resultat un model capaç d'extreure patrons dels seus *inputs*.

La tercera raó és la reducció de la complexitat. Els models d'arquitectura convolucional necessiten molts paràmetres cosa que resulta en una elevada complexitat, un temps d'entrenament molt prolongat i un major risc d'*overfitting*.

Els models seqüencials redueixen aquesta complexitat gràcies a les capes de reducció (*pooling*).

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Distribució de capes



Es realitza la següent combinació de capes 4 cops: Convolució (32, 64, 128 i 256 filtres), normalització, reducció i regularització (0,2).

A continuació s'afegeix una capa d'aplanament i una densa (1024 neurones). Finalment, s'afegeix la capa de classificació (4 neurones).

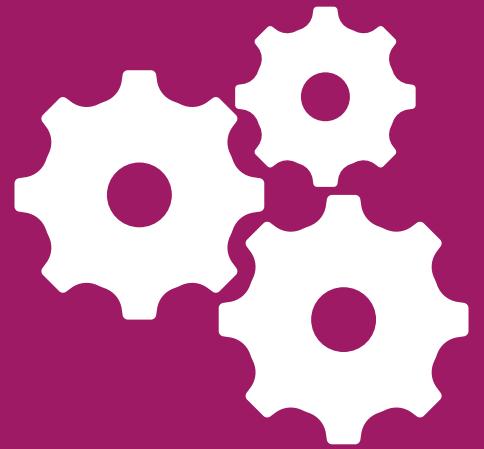
Totes les capes porten per funció d'activació: "relu", menys la de classificació que utilitza "softmax".

La funció "relu" ajuda al model a aprendre les diferents representacions complexes que tenen les dades.

La funció "softmax" proporciona, com a sortida, una repartició de probabilitats, que té una entrada, a pertànyer a una de les classes de classificació.

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Capes de convolució



Les capes convolucionals utilitzades són: *Conv2D()*

`kernel_size = (3, 3) =>` S'aplicarà l'operació de convolució en finestres de 3x3.

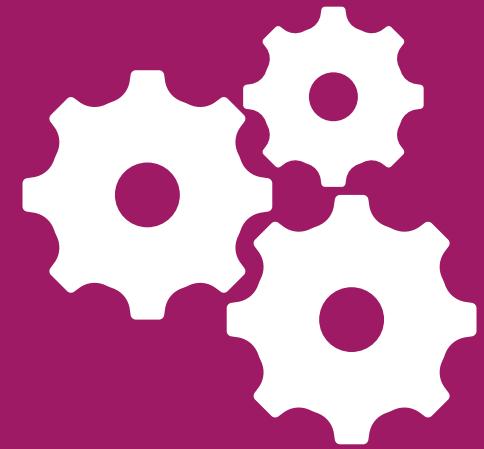
`padding = "same" =>` S'utilitzarà farcit en les vores de la imatge per assegurar que la sortida tingui les mateixes mides que la entrada.

`strides = 1 =>` Desplaçament de la finestra de convolució

Primer s'especifica el nombre de filtres, seguidament el kernel, padding, funció d'activació i strides.

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Capes de normalització



Les capes de normalització utilitzades són: *BatchNormalization()*

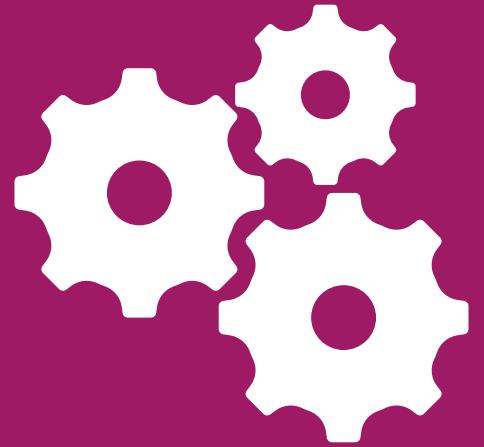
Normalitza l'activació de la capa anterior.

Accelera l'entrenament i millora el rendiment del model.

Normalitzar = ajustar i redimensionar les sortides per apropar la mitjana a 0 i la variància a 1.

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Capes de reducció



Les capes de reducció utilitzades són: *MaxPool2D()*

La mida de la finestra de pooling sempre és 2x2.

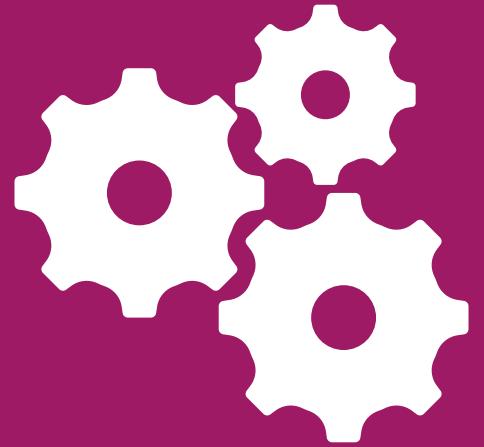
Això implica que el mapa de característiques que extreu la capa de convolució es dividirà en regions de 2x2.

Es prendrà el valor màxim de cada regió.

Es passa d'una representació espacial a una lineal (vector 1D), tot i que les dades continuen formant part d'un format 3D, i s'estreuen característiques importants del mapa.

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Capes de regularització



Les capes de regularització utilitzades són: *Dropout()*

Tècnica molt utilitzada per reduir l'overfitting.

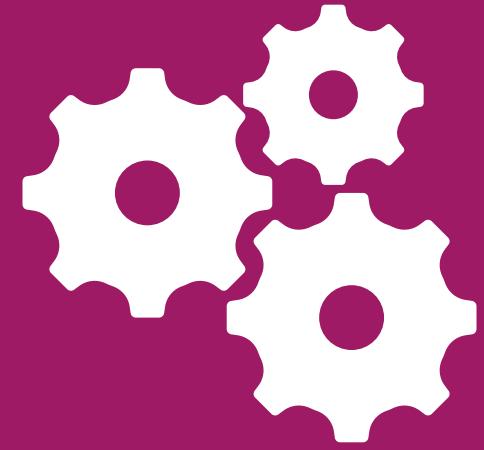
Durant el procés d'entrenament, aquesta capa estableix a 0, temporalment, i de manera temporal un percentatge de les neurones de la capa anterior.

El fet d'establir el paràmetre de la capa a 0,2 significa que "s'apagaran" el 20% de les neurones de la capa anterior.

Aquest tipus de capes fan que el model esdevingui menys dependent d'algunes de les dades que podria obtenir de la capa anterior, a més de millorar la capacitat que té el model per a generalitzar noves dades.

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Capa d'aplanament, capa densa i classificació



La capa d'aplanament utilitzada és: *Flatten()*

Com les dades estan en un format 3D cal aplanar les dades a un vector 1D per poder alimentar les capes denses.

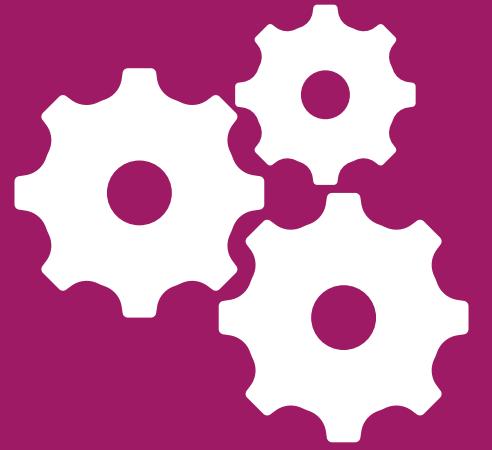
Abans de donar els resultats de les prediccions (capa de sortida) s'afegeix una capa densa.

Posar una capa densa abans de la capa de classificació pot ser útil per millorar el rendiment i la precisió del model.

Finalment, s'afegeix la capa de classificació (densa) que tindrà tantes neurones com classes classificatòries (4).

Implementació de la proposta de treball

Detalls tècnics d'implementació - Compilació i entrenament



S'utilitza l'optimitzador Adam, atès que és el que combina els bons afers dels altres dos (SGD i RMS-Prop).

S'utilitza "categorical_crossentropy" com a funció de pèrdua, atès que és una classificació multi-classe.

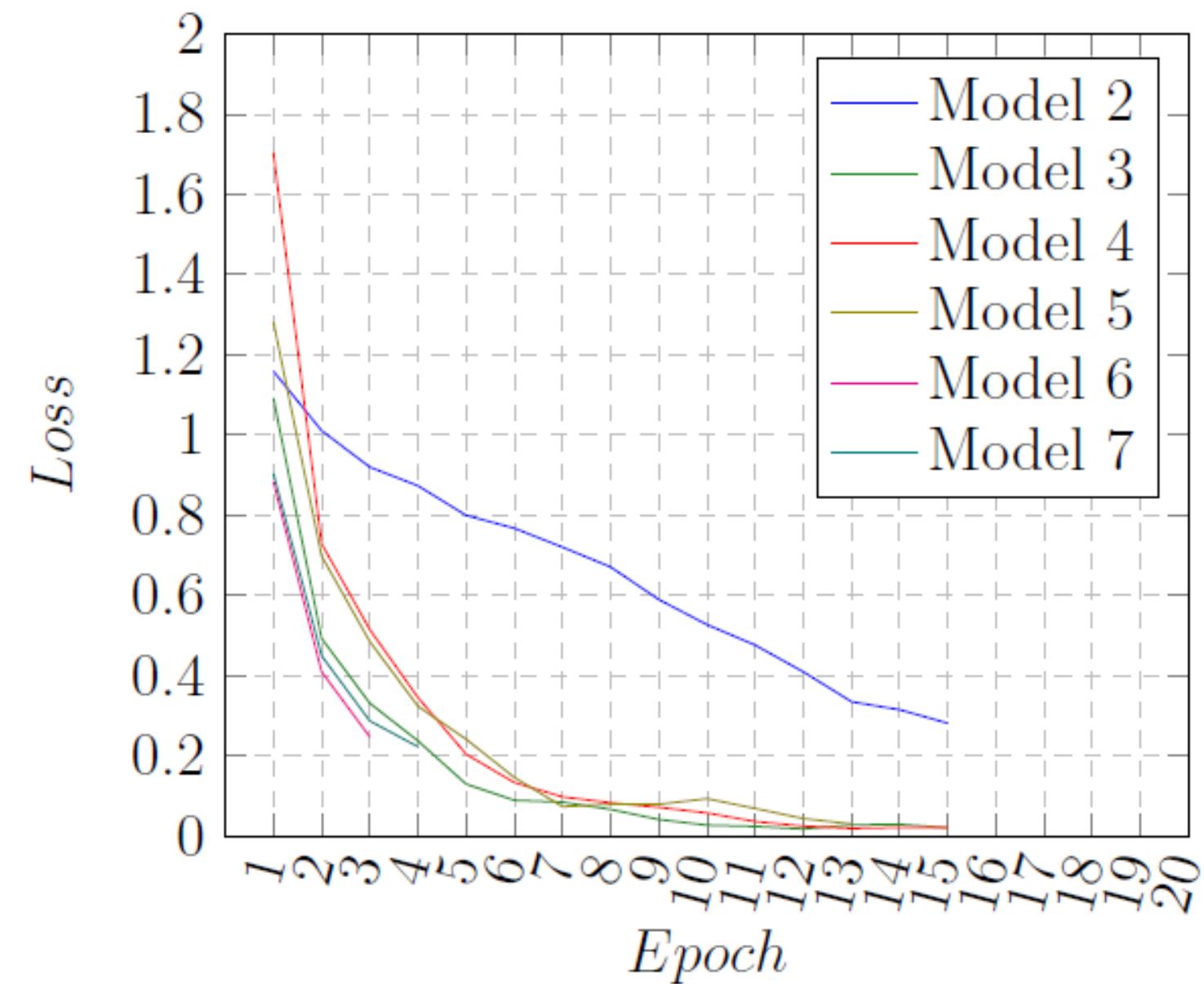
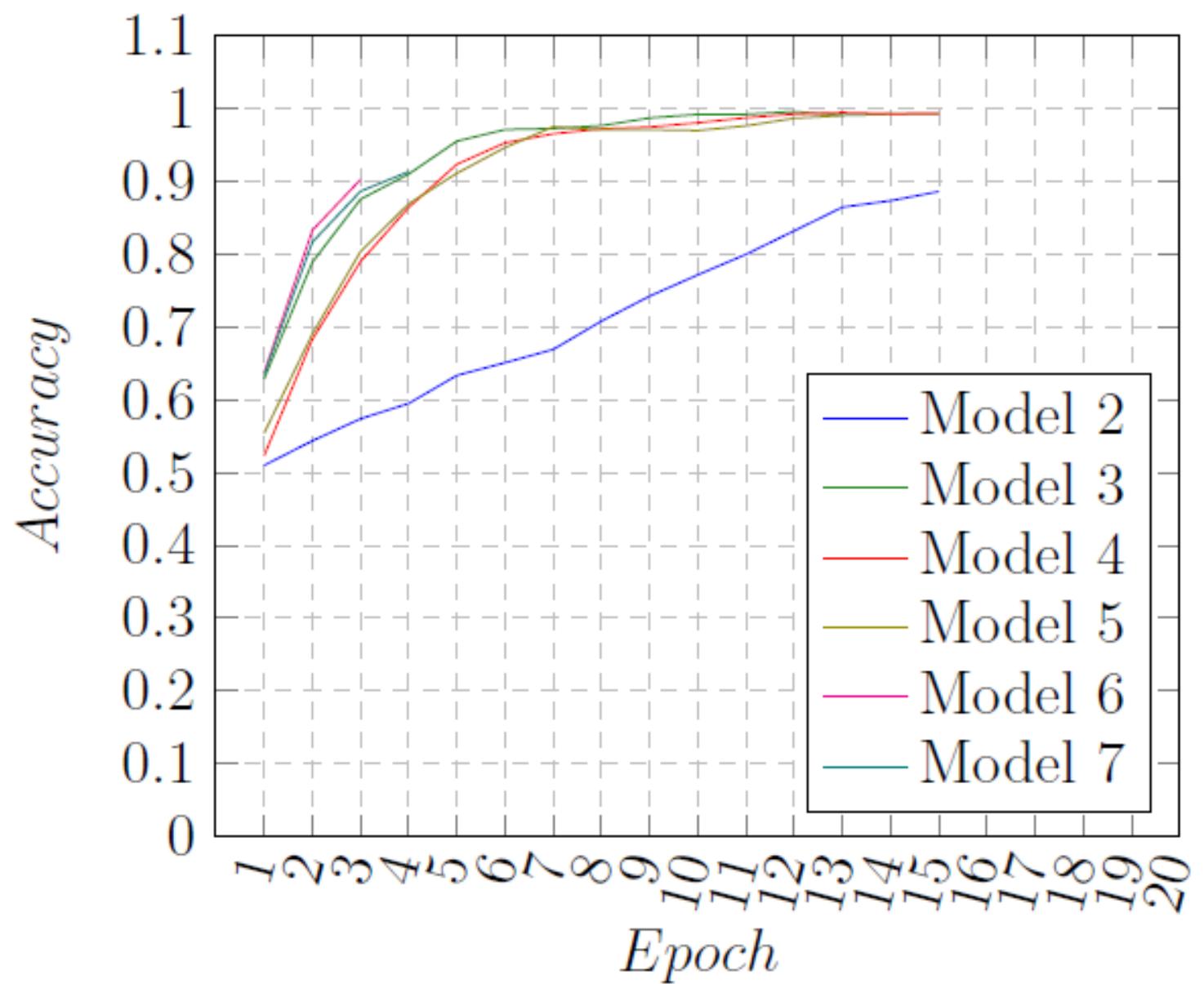
Com a mètriques s'utilitza la precisió (accuracy).

S'utilitza una "learning_rate" baixa per evitar mínims locals no òptims.

model.compile() i *model.fit()* per compilar el model i entrenar-lo, respectivament.

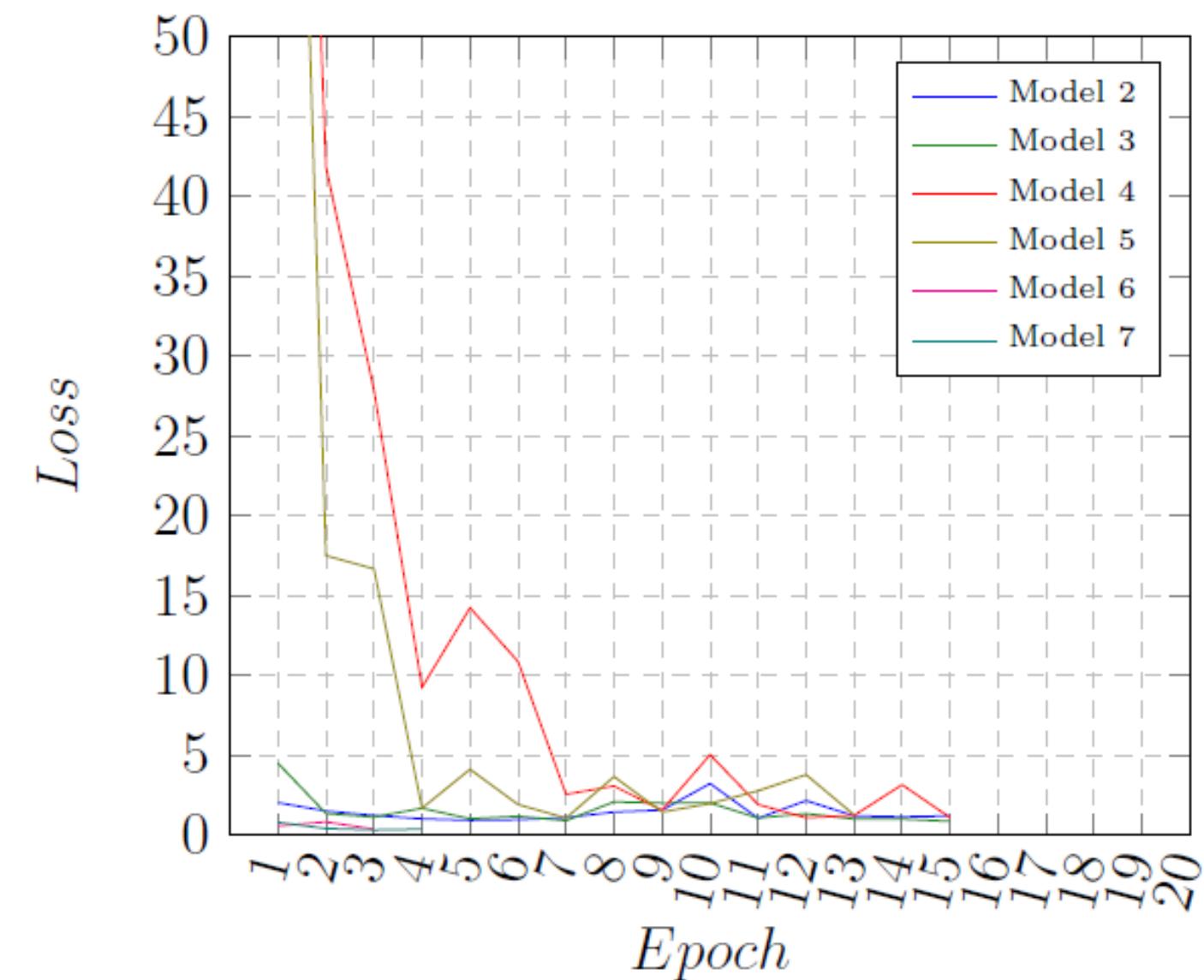
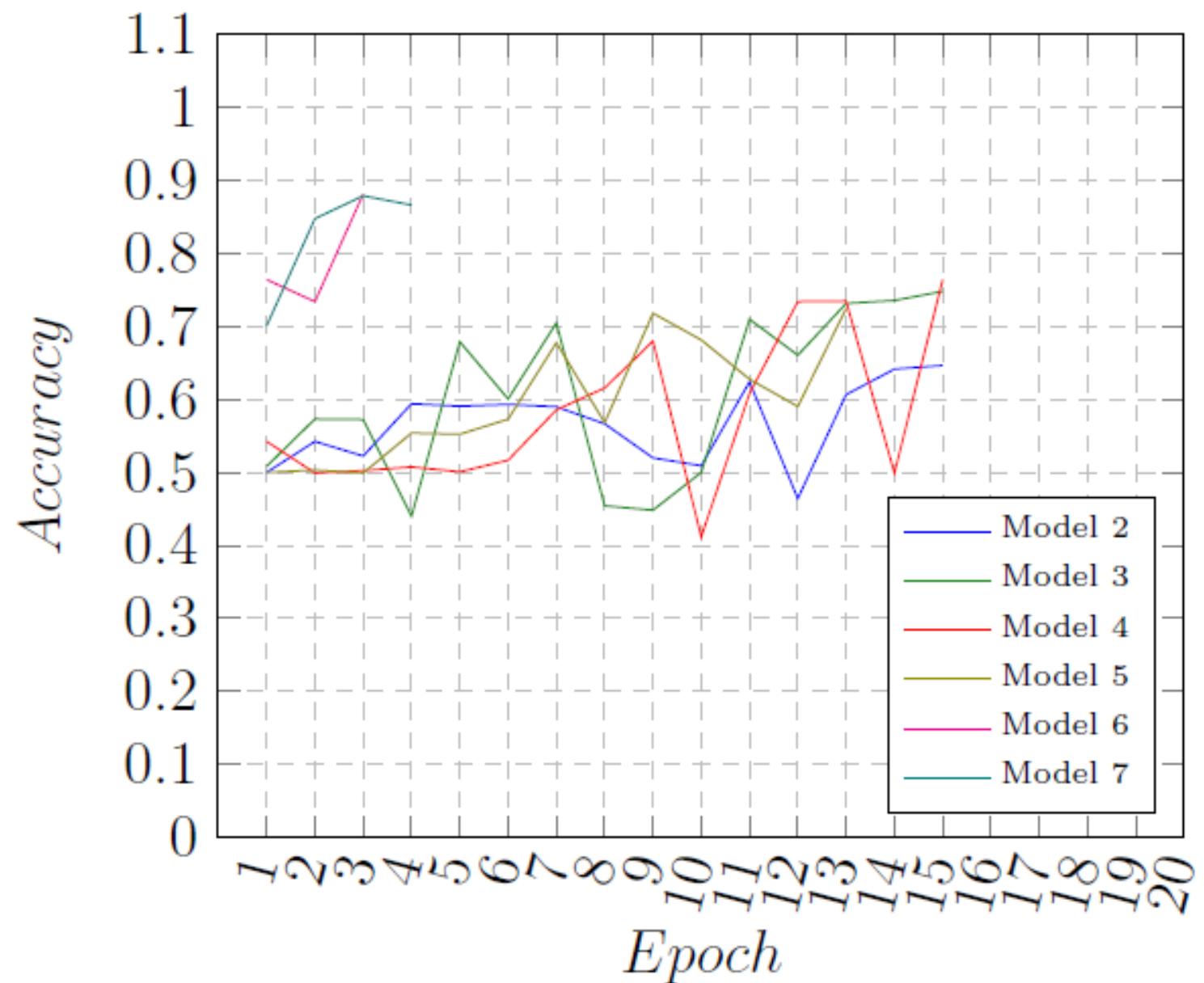
Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Comparació genèrica (entrenament)



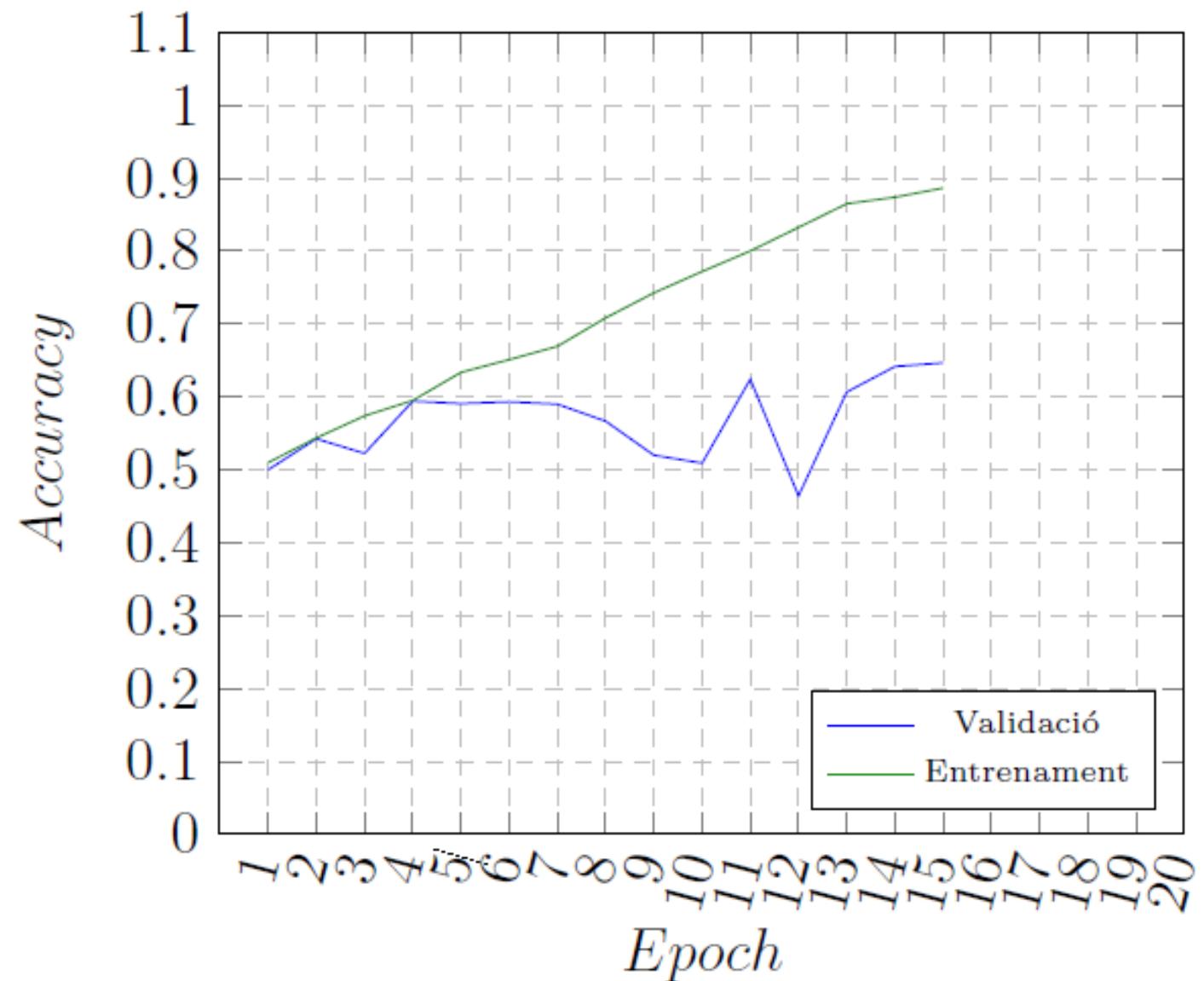
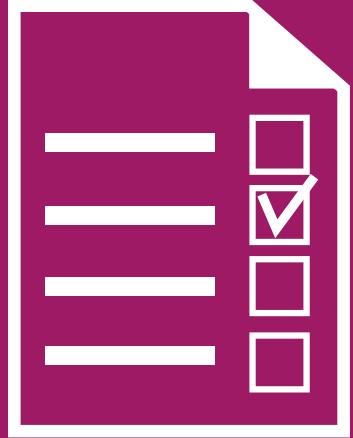
Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Comparació genèrica (validació)



Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Model 2



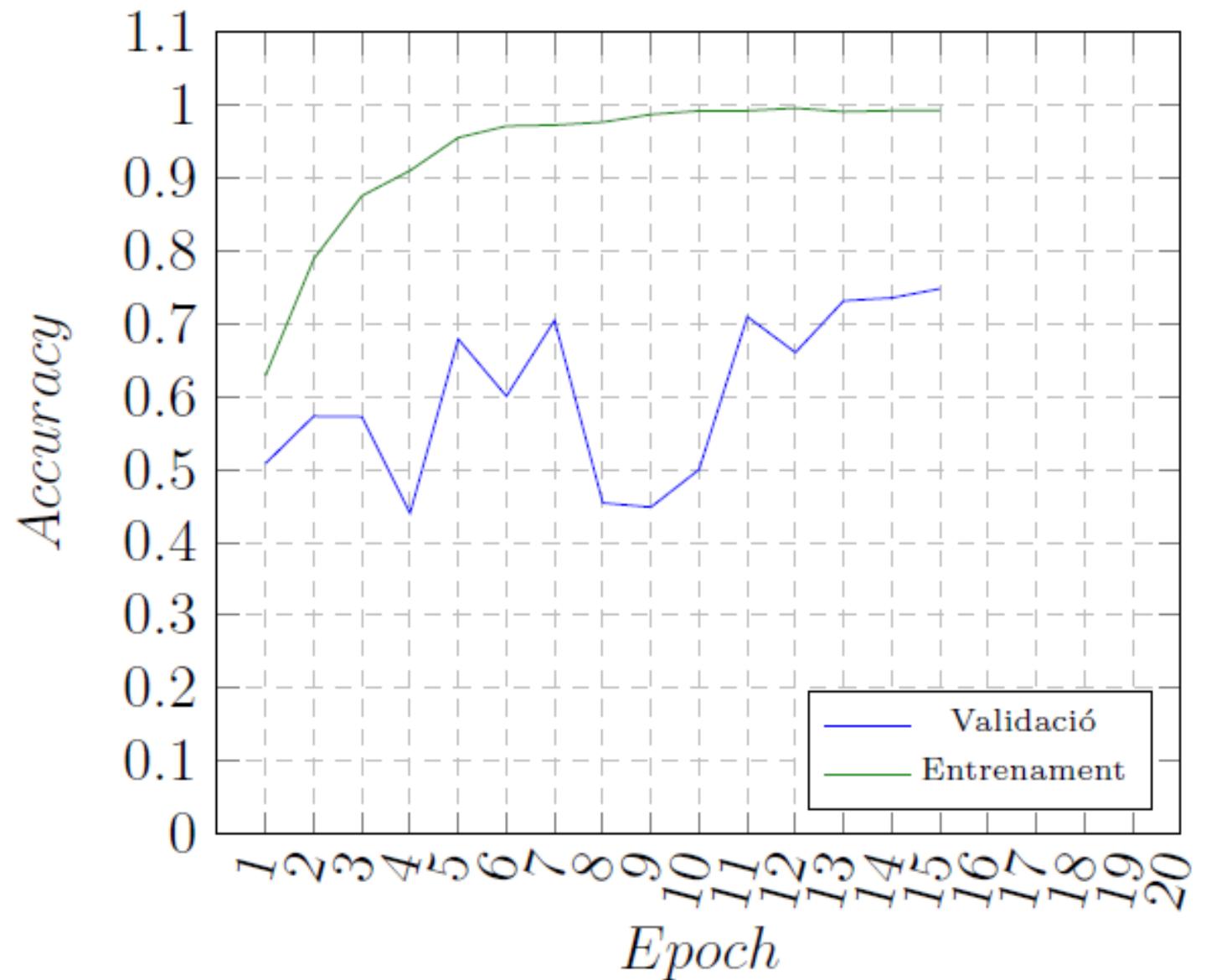
Fins a la època 4 s'accepta és dona per bon model.

A partir de l'època 4 aparició d'overffiting.

No es pot donar com a resultat de la proposta.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Model 3



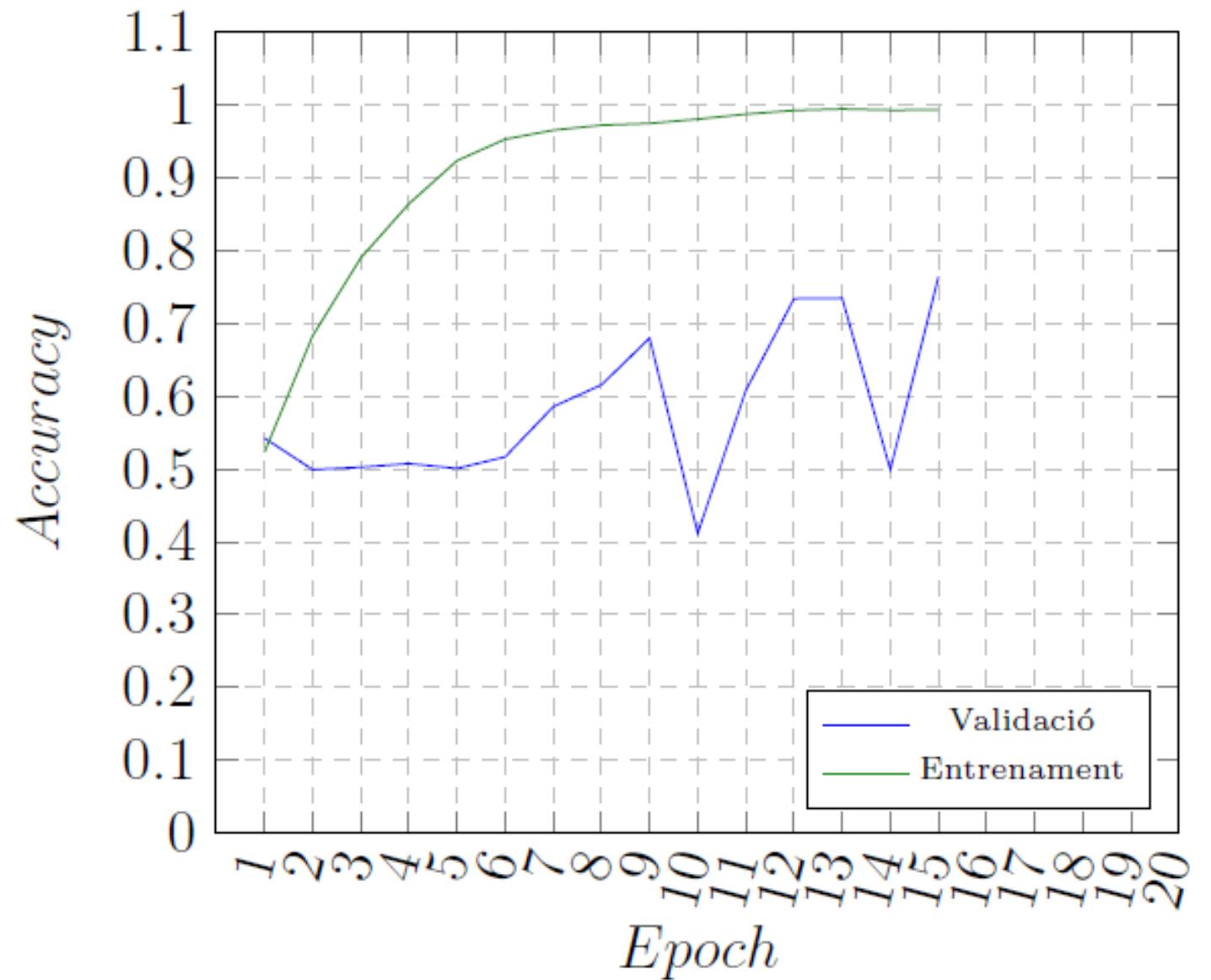
La diferència de precisió ja comença molt elevada a l'època 1.

L'overfitting s'agreua molt respecte als models anteriors.

No es pot donar com a resultat de la proposta.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Model 4



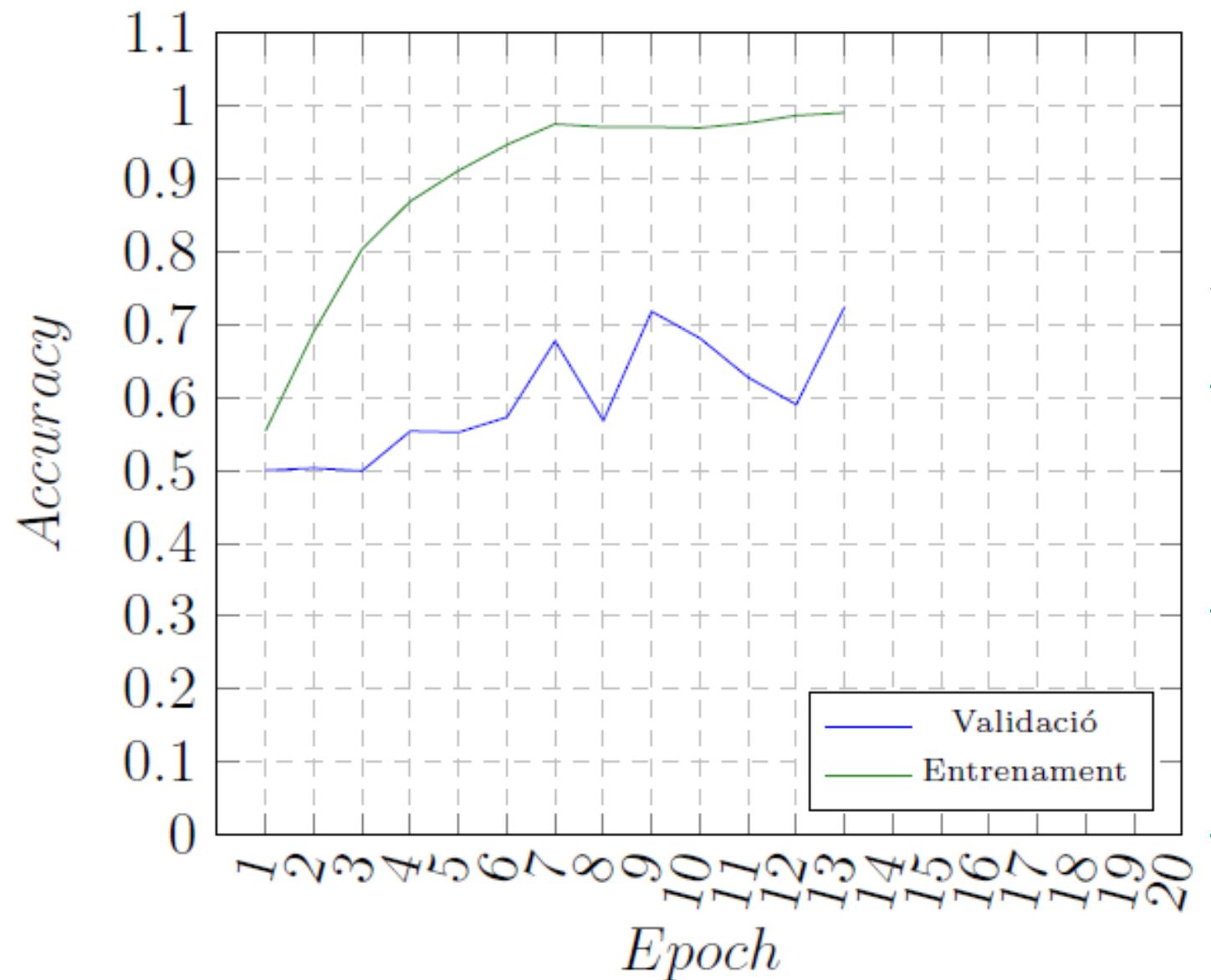
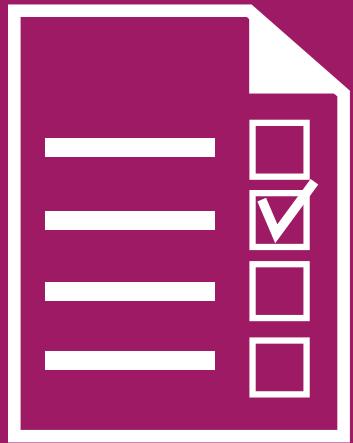
Les dades de validació comencen amb una precisió superior a les d'entrenament.

L'overfitting s'agreuja molt respecte als models anteriors.

No es pot donar com a resultat de la proposta.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Model 5



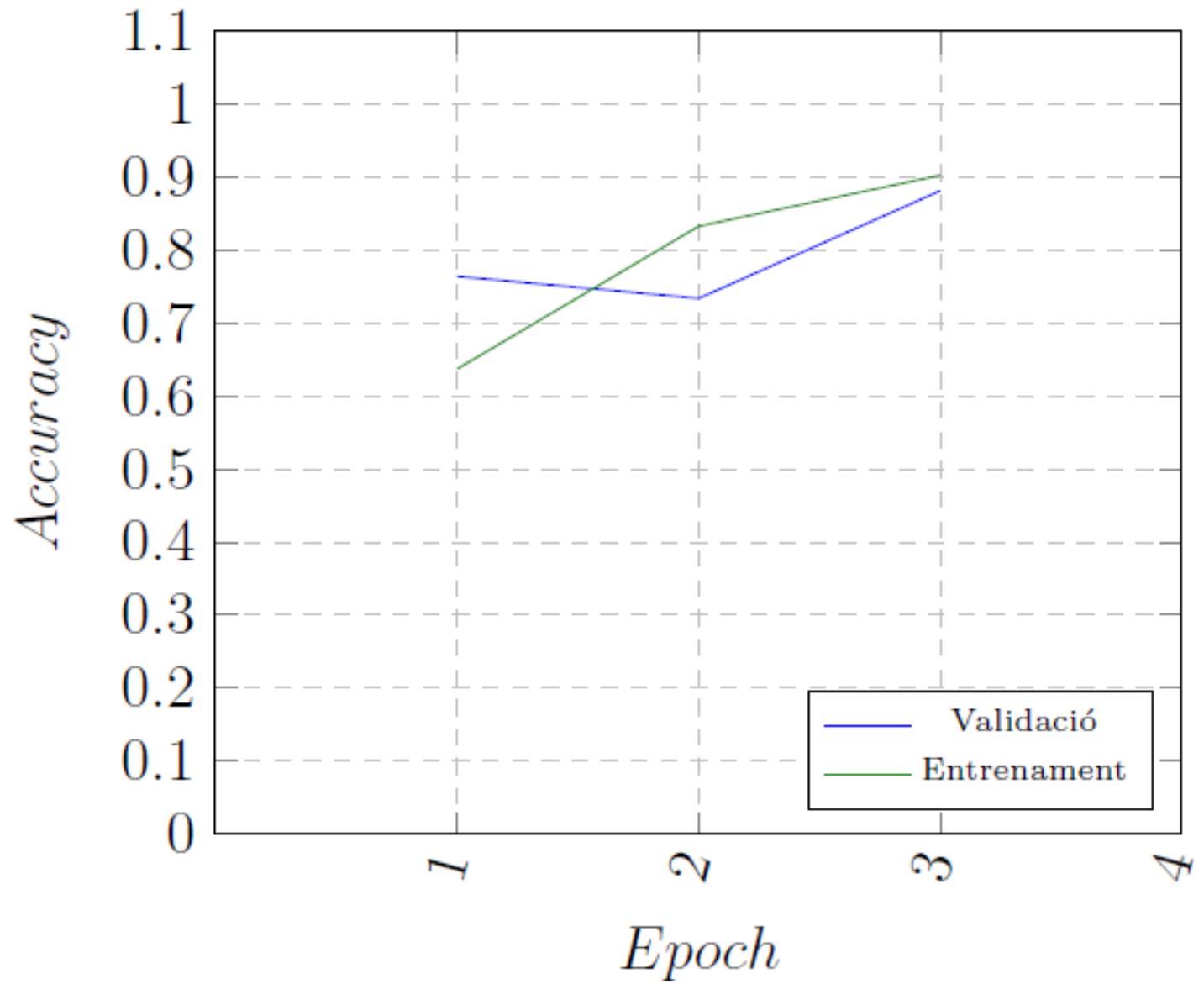
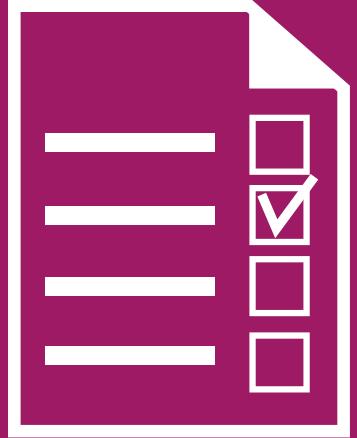
A la primera època ja hi ha quasi un 0.1 de diferència!

L'overfitting s'agreuja molt respecte als models anteriors.

No es pot donar com a resultat de la proposta.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Model 6



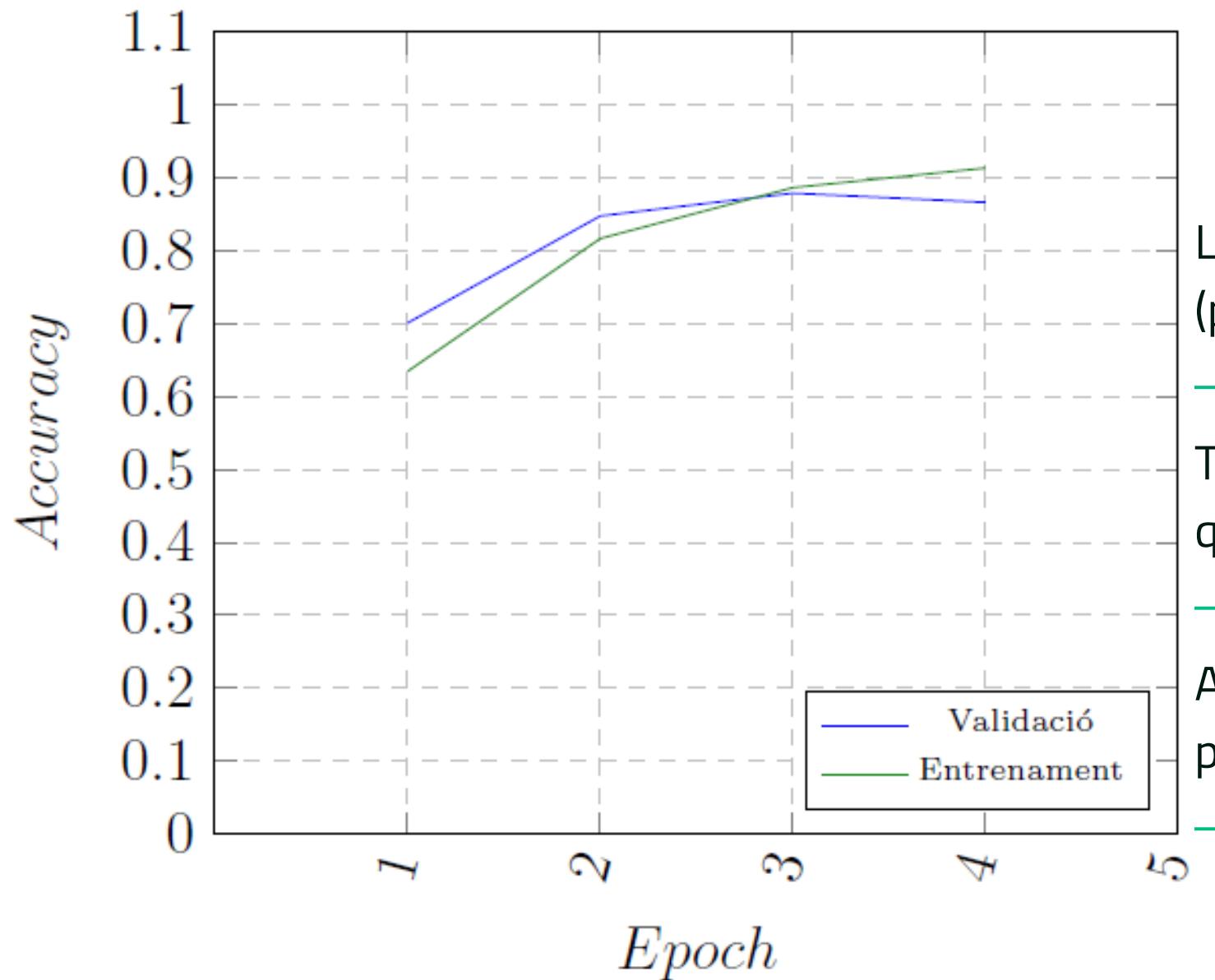
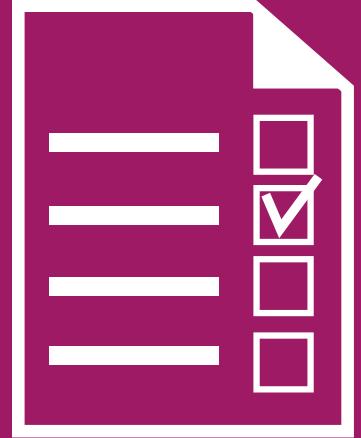
Les dades de validació comencen amb una precisió superior a les d'entrenament (possible overfitting).

L'overfitting es venç gràcies al canvi de dataset i l'*Early Stopping*.

Amb una precisió del 88%, segons el resultat de `model.evaluate()`, es dona com a possible solució final.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Model 7



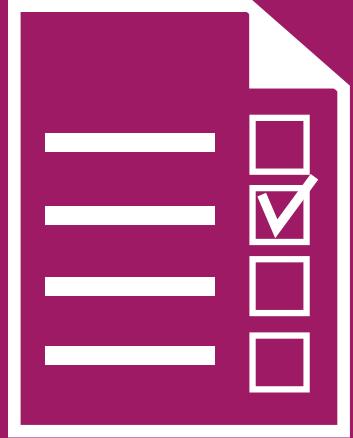
Les dades de validació comencen amb una precisió superior a les d'entrenament (possible overfitting).

Tot i no haver overfitting, les dades de validació tarden més a posar-se per sota que en el model anterior.

Amb una precisió del 86%, segons el resultat de `model.evaluate()`, es dona com a possible solució final.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Resultat final i taula resum dels models



Model	Èpoques	batch_size	Dataset
Model 1	N/A	N/A	N/A
Model 2	15	100	65 MB
Model 3	15	100	65 MB
Model 4	15	200	65 MB
Model 5	13	90	65 MB
Model 6	3	32	398 MB
Model 7	4	32	398 MB

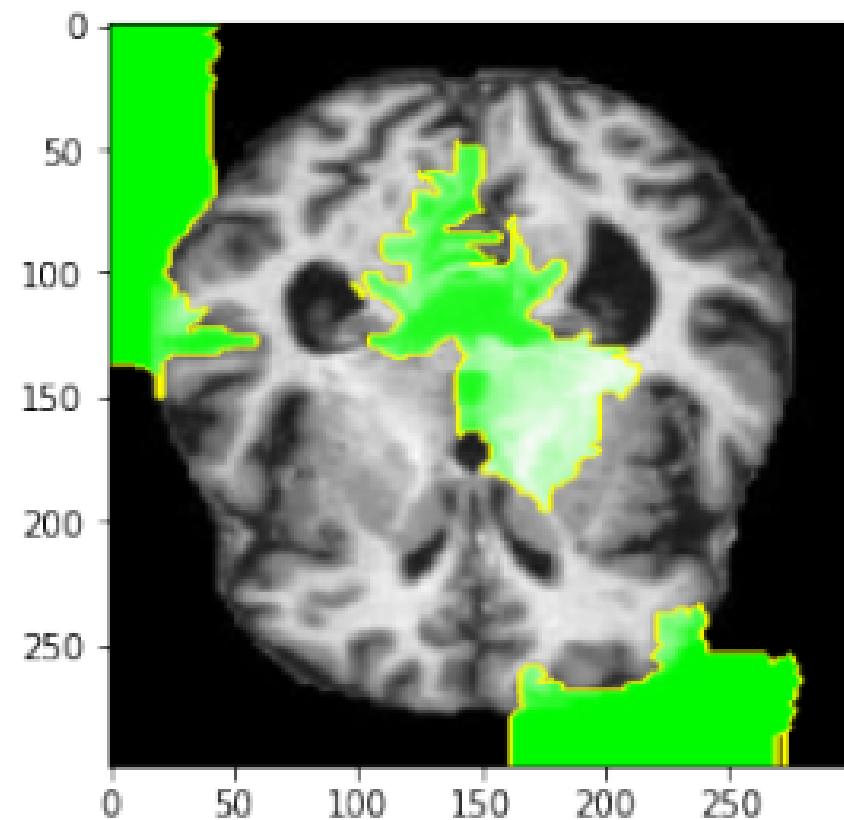
Es descarten tots aquells models que pateixen overfitting.

Entre el model 6 i el model 7 és dona com a model definitiu el 6.

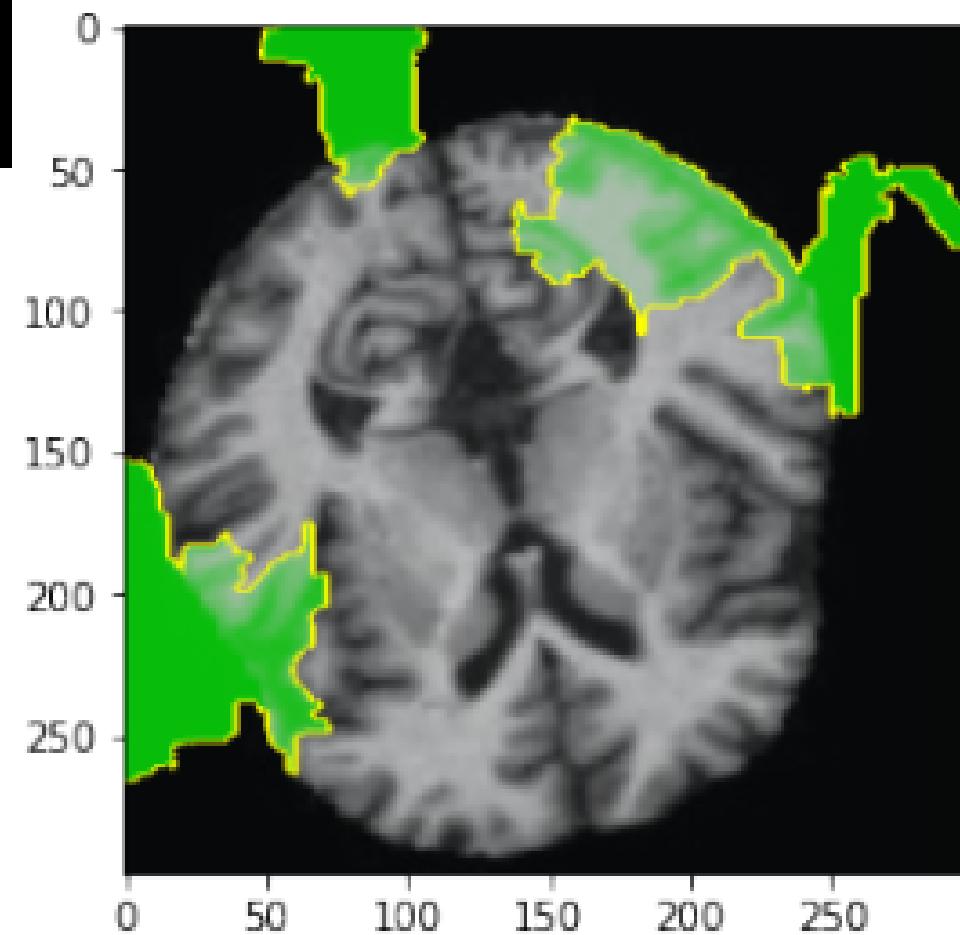
Els motius per donar el model 6 com a definitiu són: les puntuacions de les dades de validació tarden menys a posar-se per sota de les d'entrenament i major precisió.

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Interpretació amb Lime (ND)



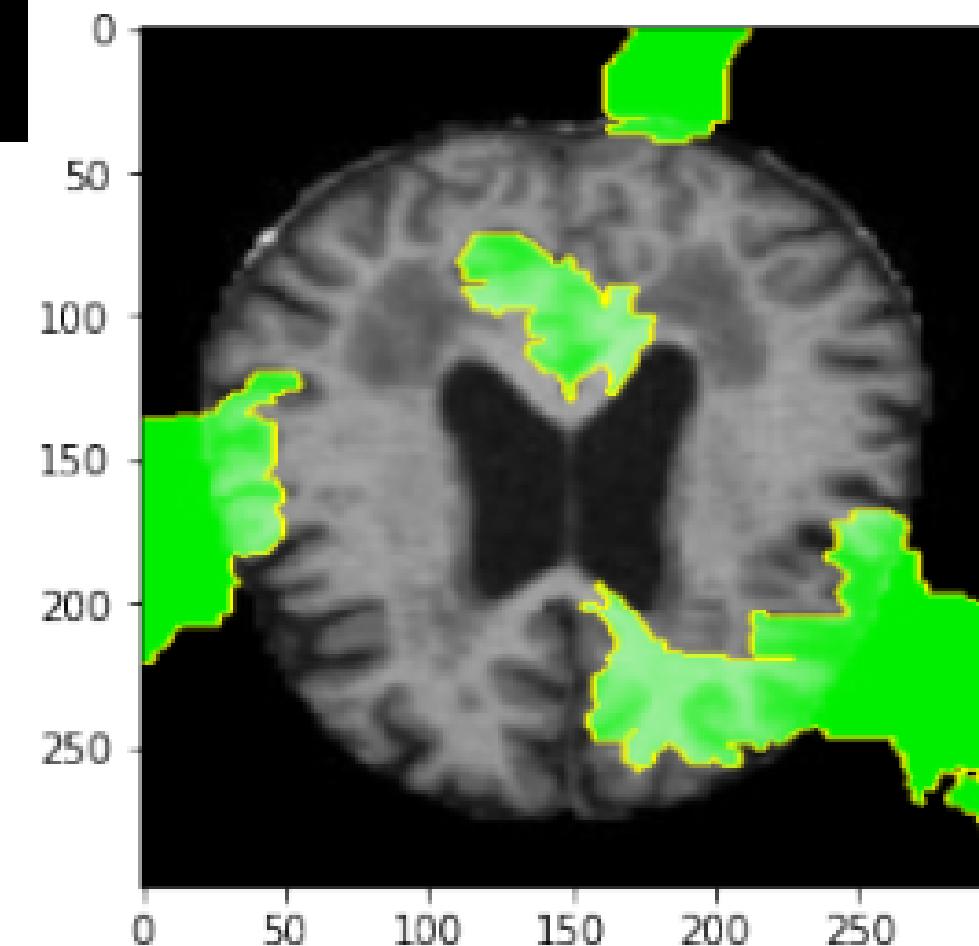
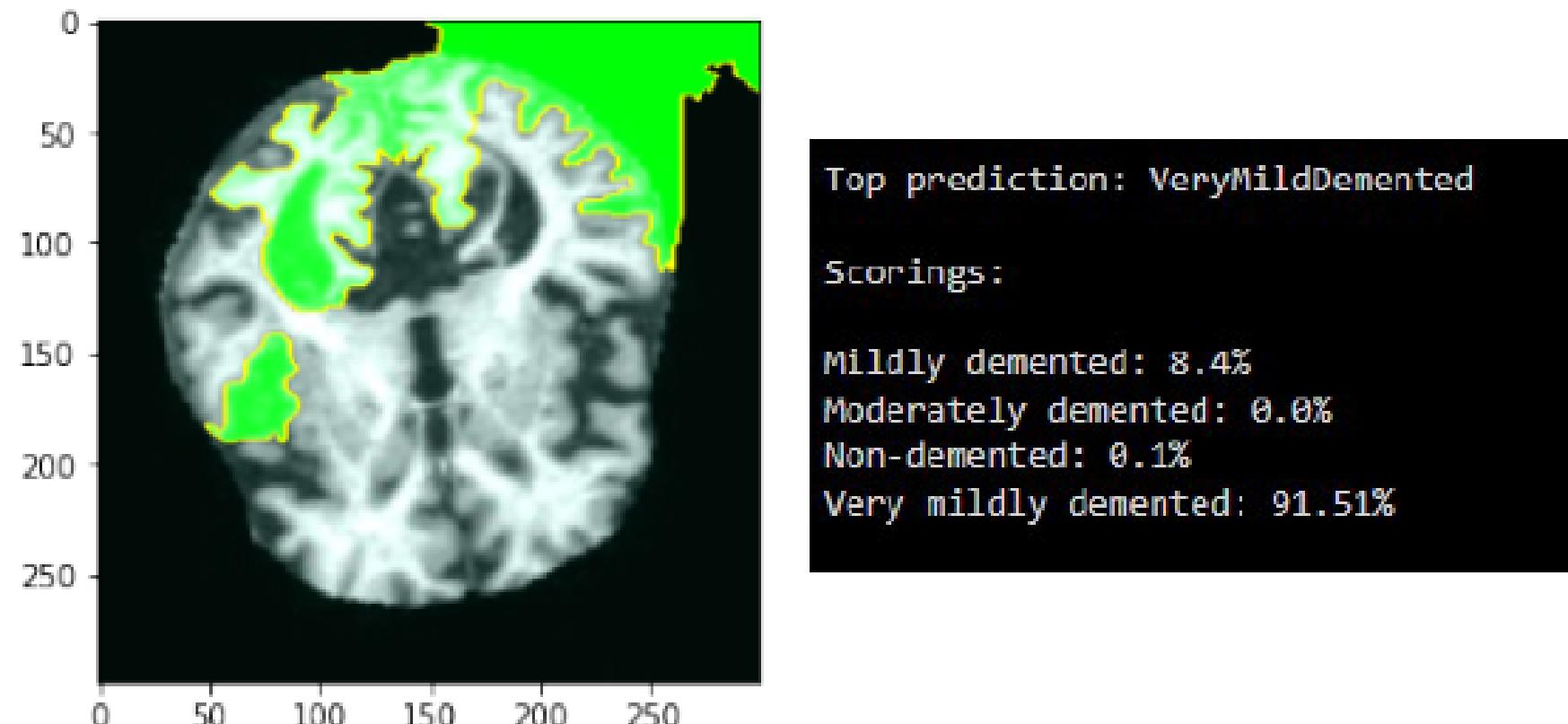
Top prediction: NonDemented
Scorings:
Mildly demented: 0.03%
Moderately demented: 0.0%
Non-demented: 99.94%
Very mildly demented: 0.02%



Top prediction: NonDemented
Scorings:
Mildly demented: 0.16%
Moderately demented: 0.01%
Non-demented: 99.39%
Very mildly demented: 0.44%

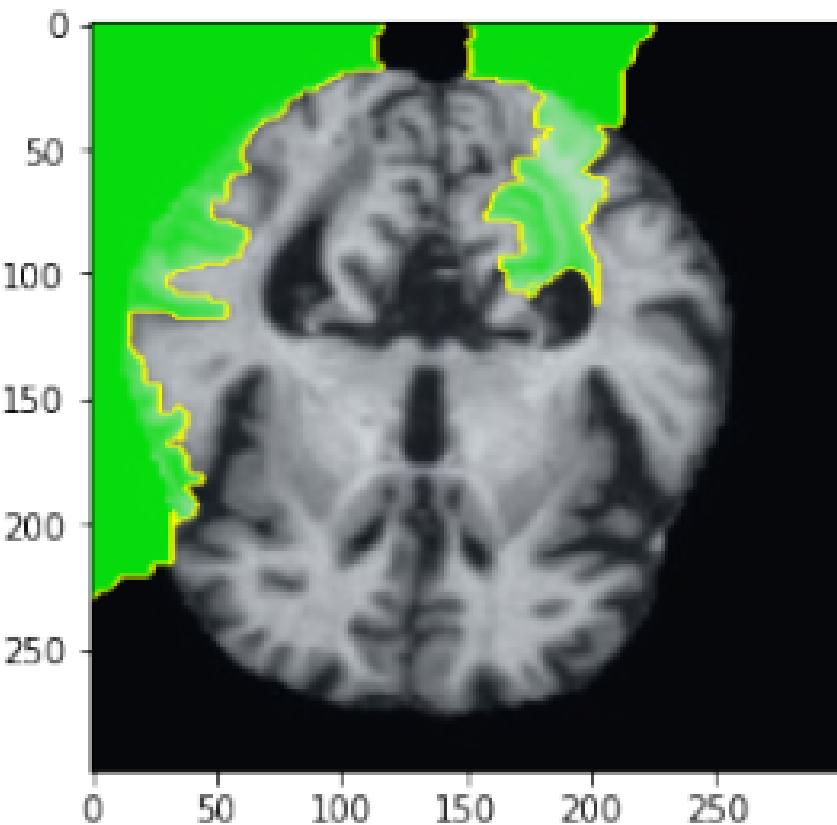
Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Interpretació amb Lime (VMD)

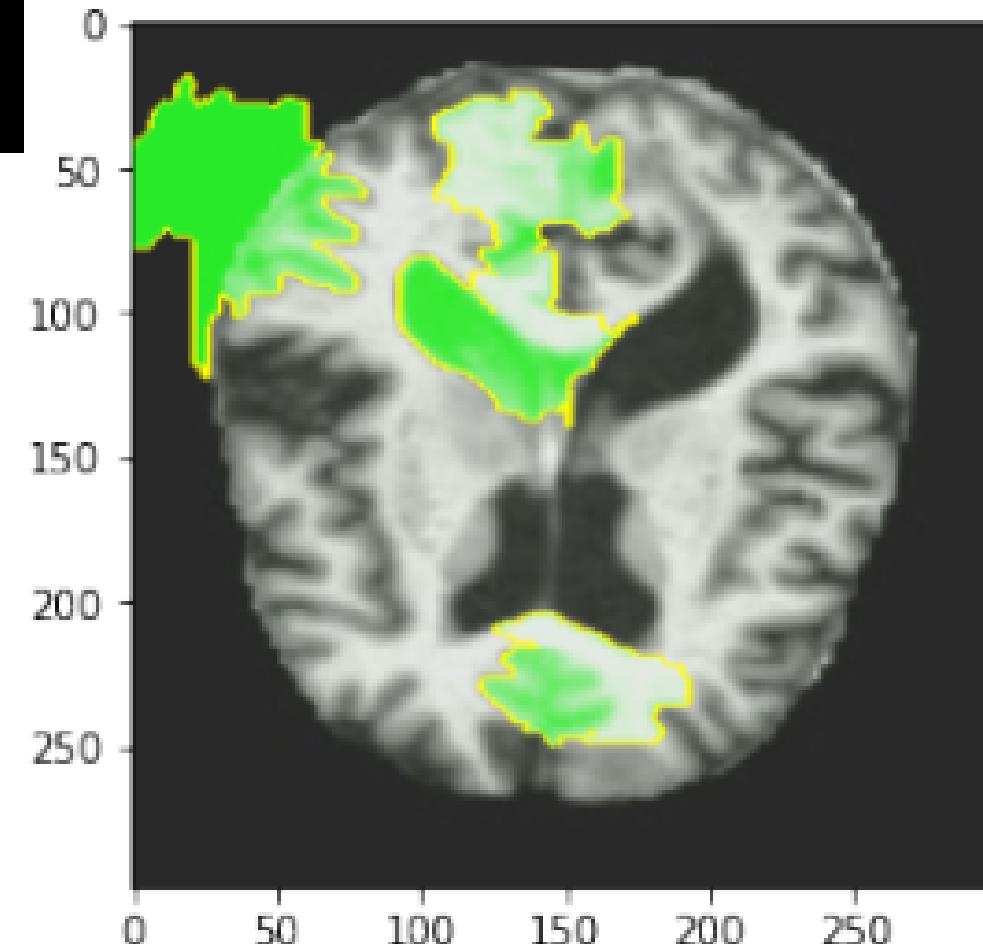


Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Interpretació amb Lime (MD)



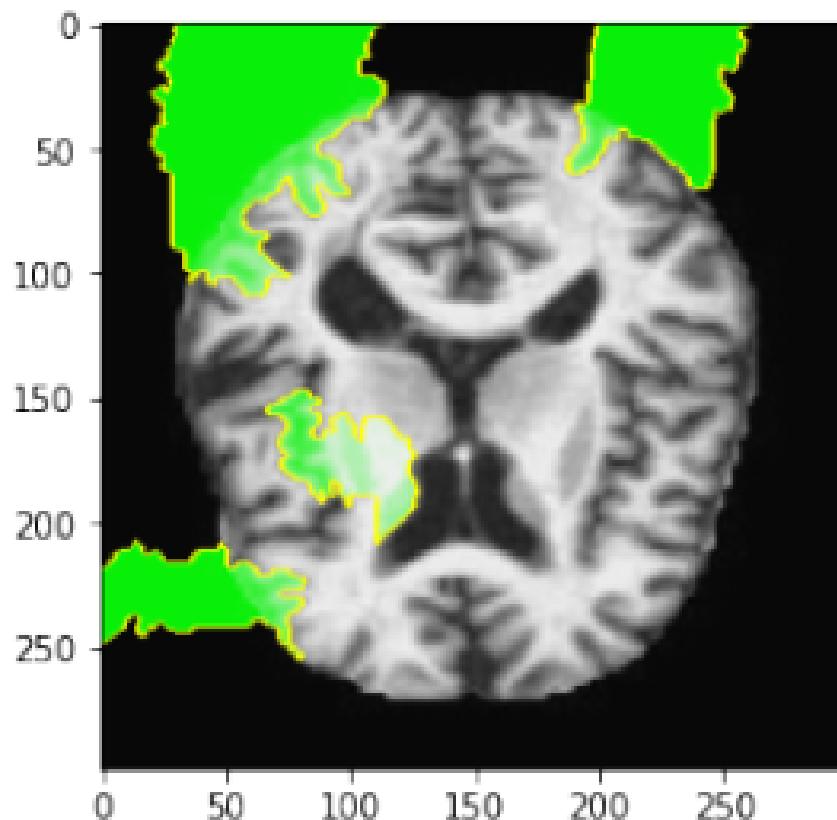
Top prediction: MildDemented
Scorings:
Mildly demented: 98.81%
Moderately demented: 0.02%
Non-demented: 0.66%
Very mildly demented: 0.52%



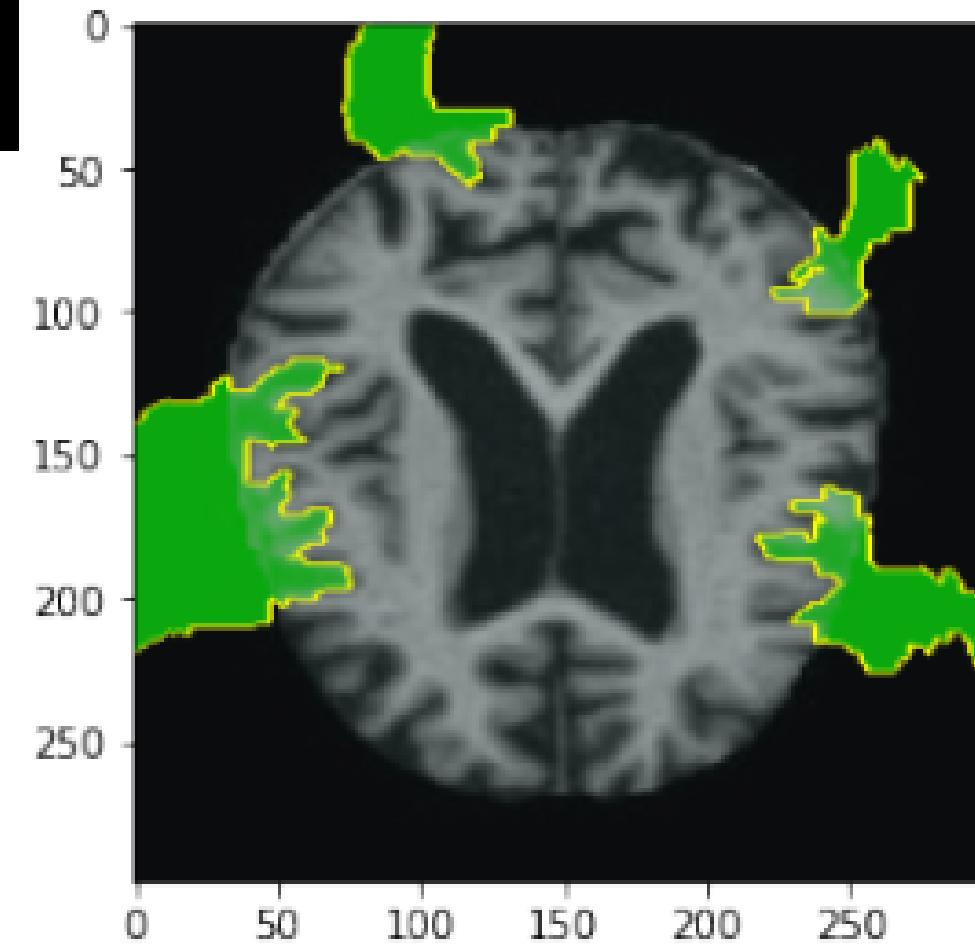
Top prediction: MildDemented
Scorings:
Mildly demented: 99.94%
Moderately demented: 0.0%
Non-demented: 0.06%
Very mildly demented: 0.0%

Implementació de la proposta de treball

Anàlisi de resultats - Interpretació amb Lime (ModD)



Top prediction: ModerateDemented
Scorings:
Mildly demented: 0.0%
Moderately demented: 99.98%
Non-demented: 0.02%
Very mildly demented: 0.0%

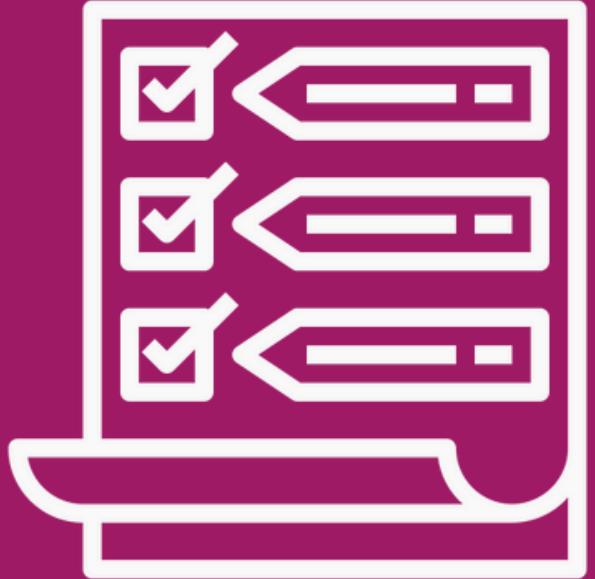


Top prediction: ModerateDemented
Scorings:
Mildly demented: 0.13%
Moderately demented: 99.85%
Non-demented: 0.0%
Very mildly demented: 0.02%





Conclusions



Conclusions

1. La malaltia d'Alzheimer és una malaltia molt més comuna del que una persona es pot arribar a pensar i que tot i tenir una llarga història d'investigació i dures batalles per trobar-ne els símptomes, després de més de 100 anys aquesta malaltia continua sent una gran desconeguda en alguns aspectes.
2. Des de l'any 1091 s'ha avançat molt en la lluita contra l'Alzheimer, però encara ara només hi ha medicines per tractar els símptomes i no la malaltia.
3. L'herència genètica i l'estil de vida són factors molt importants per saber si una persona té més risc de patir Alzheimer.
4. Tot i haver tingut familiars amb la malaltia, això només és un possible cas de manifestació dels símptomes.
5. La medicina coneix bastant bé com evoluciona la malaltia i sap dividir-ne les etapes.
6. El procés de diagnosi és llarg i complex.
7. Sense les bases d'Alan Turing, la IA no seria el que avui dia coneixem.
8. Gràcies a experts com Russell i Norvig, la IA ha pogut fer grans passos en noves aplicacions i millores.
9. Tot i que la IA, a priori, és una tècnica meravellosa té el costat fosc de desenvolupar una possible consciència i que els humans no puguem fer-res per controlar els sistemes.
10. Per molt que es tingui coneixements previs d'alguna cosa, sempre es poden aprendre coses noves.
11. De vegades és més senzill interpretar gràfics que números.
12. Un petit canvi en el model pot comportar grans canvis en el rendiment.
13. La interpretació amb Lime agafa zones negres com a importants, aspecte a corregir en el futur.



Agraïments

Thank
You

Agraïments

- Dr. Jordi Planes. Tutor i director del treball. Sense els seus consells i recomanacions no hauria estat possible la realització exitosa d'aquesta investigació.
- Dr. Ignacio López. Coordinador del grau en enginyeria informàtica i encarregat d'aprovar el meu TFG. Sense l'Ignacio, o com el coneixem tots, el Nacho, no hauria estat possible donar el tret de sortida a aquest treball.
- Joana Cervera, Esteban Cervera i Núria Rosell. La meva tieta, el meu pare i la meva mare han estat proporcionadors d'informació sobre la malaltia gràcies a l'experiència personal. En el cas del meu pare i la meva tieta, l'experiència prové del seu pare (el meu avi). En el cas de la meva mare, l'experiència no prové, només, del seu sogre sinó també de la seva padrina.
- Sergi Cervera. El meu germà ha estat un gran conseller informàtic en el moment de la redacció d'aquest TFG i en el període de programació en Python tot donant-me consells per fer un codi bonic.
- Nikia Deinega. Sense el meu amic metge fent-me de conseller mèdic, molts dels conceptes clínics haurien estat molt difícils d'entendre.

Finalment, vull fer una menció especial a les meves amistats més íntimes: Joel Farré, David Morea, Gabriel Garcia, Roger Castellví, Joel Aumedes, Armand Ciutat, AlbertDuch, Ilyass Mahdiyan, Moises Bernaus i Oriol Llobera. Ells han estat el meu suport moral durant tota la investigació i la implementació del projecte i no m'han deixat rendir-me en cap moment.



Webgrafia



[Imatge portada](#)

[Imatge índex](#)

[Imatge logo UDL](#)

[Imatge logo UDL blanc](#)

[Imatge logo EPS](#)

[Història Alzheimer](#)

[Definició Alzheimer](#)

[Definició demència](#)

[Retrat d'Auguste Deter](#)

[Retrat d'Alois Alzheimer](#)

[Logo fundació Pasqual Maragall](#)

[Logo CEAFA](#)

[Logo FAE](#)

[Logo AFAV](#)

[Logo FEVAFA](#)

[Logo FCA](#)

[Logo AFALL](#)

[Logo AFAMUR](#)

[Logo FAFAFAL](#)

[Logo AASE](#)

[Logo AFAGA](#)

[Logo AFA Asturias](#)

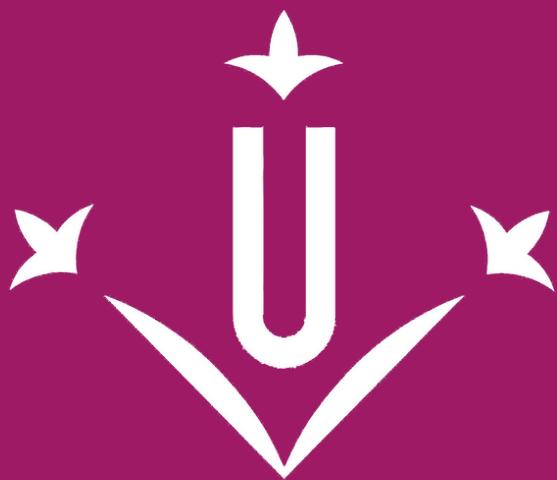
[Imatge Alan Turing](#)

[Imatge Stuart Russell](#)

[Imatge Peter Norvig](#)

[Imatge Andy Chan](#)

[Imatge Kai-Fu Lee](#)



Universitat de Lleida

Torn obert de paraula

