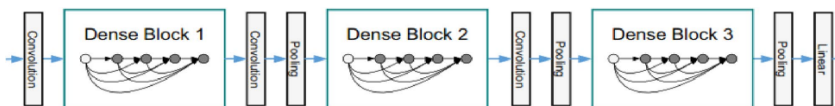




BLOOMING
Inclusion and Diversity in STEAM

Βαθιά Μάθηση στην Ταξινόμηση του Κορωνοϊού COVID-19, Πνευμονίας και Υγιών Πνευμόνων μέσω Εικόνων CXR και CT

Υπότιτλος: Βιοϊατρική Μηχανική
Καθ. Habil. Δρ. Μηχ. Mihaela Ruxandra LASCU



Εικ. 1 Αρχιτεκτονική DenseNet με τρία μπλοκ

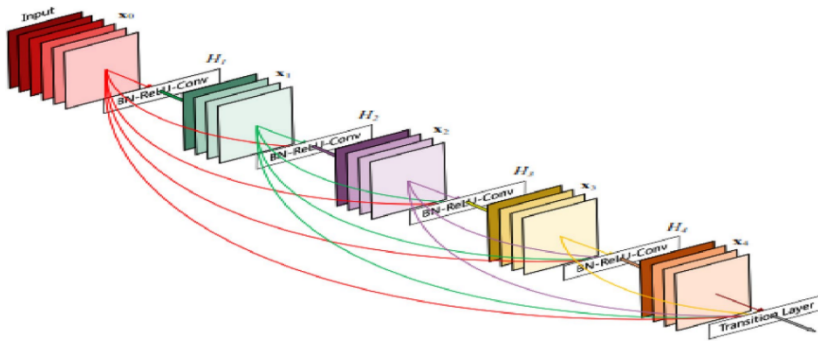


Fig. 2 DenseNet classic architecture

Περίληψη Η ταυτοποίηση του COVID-19 αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία που απαιτεί συνεχή και προσεκτική ανάλυση των κλινικών εικόνων του ασθενούς, καθώς ο COVID-19 παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με τις πνευμονικές ιογενείς λοιμώξεις. Στο άρθρο, προτείνεται ένα μοντέλο μεταφοράς μάθησης για την επιτάχυνση των διαδικασιών πρόβλεψης και την υποστήριξη των ιατρών. Τελικός στόχος είναι η ακριβής ταξινόμηση μεταξύ COVID-19, πνευμονίας και υγιών πνευμόνων, χρησιμοποιώντας εικόνες CXR και CT. Η παρούσα έρευνα είναι διεπιστημονική, συνδυάζοντας την τεχνολογία με την ιατρική και προσφέροντας πρακτική εφαρμογή στην καθημερινή ζωή.	Βασικοί Όροι • Μεταφορά Μάθησης (Transfer Learning): Χρησιμοποιεί υπάρχοντα μοντέλα για εξοικονόμηση χρόνου και πόρων. • Προεπεξεργασία Εικόνων (Image Preprocessing): Βελτιώνει την ποιότητα των εικόνων για καλύτερη ανάλυση. • Χαρακτηριστικά Haralick (Haralick Features): Εξάγουν σημαντικές πληροφορίες υφής από εικόνες. • Νευρωνικό Δίκτυο (Neural Network): Χρησιμοποιεί το ResNet-101 για υψηλή ακρίβεια στην ταξινόμηση. • Πρακτική Εφαρμογή (Practical Application): Συμβάλλει στη γρήγορη διάγνωση του COVID-19, διευκολύνοντας τη διαχείριση της πανδημίας.
--	--



Εισαγωγή

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι η βελτιωμένη ταυτοποίηση του COVID-19. Για τον σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε η μέθοδος μεταφοράς μάθησης σε βιο-εικόνες ακτινογραφίας θώρακος (CXR) και αξονικής τομογραφίας (CT) από διάφορες παθήσεις των πνευμόνων, συμπεριλαμβανομένης της ασθένειας του ΚΟΡΩΝΟΪΟΥ 2019 (COVID-19). Η ασθένεια COVID-19 προκαλείται από τον κορωνοϊό του σοβαρού οξέος αναπνευστικού συνδρόμου 2 (SARS-CoV-2). Λόγω της υψηλής μεταδοτικότητας και της έλλειψης κατάλληλης θεραπείας, η ταχεία ανίχνευση του COVID-19 είναι ολοένα και πιο απαραίτητη για την αποτροπή της ευρείας διασποράς και τη βέλτιστη χρήση των περιορισμένων κλινικών πόρων.

Κατά συνέπεια, οι στρατηγικές βαθιάς μάθησης (DL) με χρήση CXR και CT εικόνων για την ταξινόμηση του COVID-19 έχουν εξεταστεί διεξοδικά. Μια ανοιχτού κώδικα πλατφόρμα συνελκτικού νευρωνικού δικτύου, με την ονομασία COVID-Net, προτείνεται και προσαρμόζεται για την αναγνώριση περιπτώσεων COVID-19 σε εικόνες CXR και CT. Το COVID-Net μπορεί να επιτύχει καλή ευαισθησία για περιπτώσεις COVID-19, με ευαισθησία της τάξεως του 80%.

Στο παρόν άρθρο, αξιολογούνται βαθιά συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (DCNN) για τη διάγνωση του COVID-19.

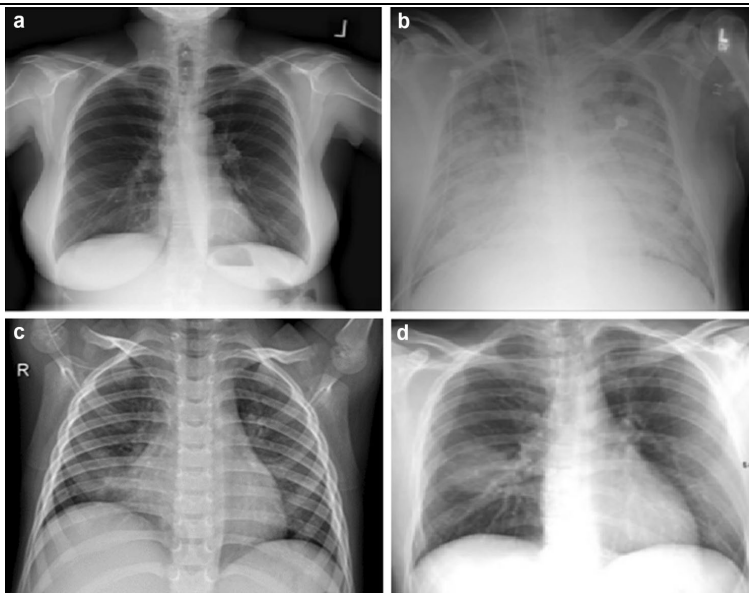
Εικ. 4

a) Φυσιολογικό, b) Θολότητα πνευμόνων, c) Ιογενής πνευμονία, d) COVID-19

Μέθοδοι

- Προεπεξεργασία των εικόνων για τη βελτίωση της ποιότητάς τους.
- Τμηματοποίηση των εικόνων των πνευμόνων για εστίαση στις περιοχές ενδιαφέροντος.
- Εξαγωγή χαρακτηριστικών από τις τμηματοποιημένες εικόνες με μια μέθοδο που ονομάζεται χαρακτηριστικά υφής Haralick.
- Χρήση αυτών των χαρακτηριστικών για την εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου, ώστε να ταξινομεί τις εικόνες σε μία από τέσσερις κατηγορίες: φυσιολογικό, θολότητα πνευμόνων, ιογενής πνευμονία και COVID-19.

Η μεταφορά μάθησης παρέχει τη δυνατότητα να διερευνηθεί η νέα ασθένεια COVID-19, αξιοποιώντας τις γνώσεις που έχουμε για τον ιό της πνευμονίας. Αυτό αποδεικνύει την κατανόηση που επιτυγχάνεται από μια νέα αρχιτεκτονική, εκπαιδευμένη για την ανίχνευση ιογενούς πνευμονίας, η οποία πρέπει να μεταφερθεί για την ανίχνευση του COVID-19.



Η μεταφορά μάθησης παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα σε σύγκριση με τα αποτελέσματα των παραδοσιακών ταξινομήσεων. Δεν είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός ξεχωριστού μοντέλου για την ταξινόμηση του COVID-19. Αυτό απλοποιεί τα πολύπλοκα ζητήματα υιοθετώντας το υπάρχον μοντέλο για τον προσδιορισμό του COVID-19.

Η αυτόματη διάγνωση του COVID-19 με χρήση χαρακτηριστικών υφής Haralick εστιάζει σε τμηματοποιημένες εικόνες πνευμόνων και σε προβληματικές περιοχές πνευμόνων. Οι προβληματικές περιοχές είναι απαραίτητες για την ενίσχυση των δεδομένων εικόνων COVID-19. Με αυτόν τον τρόπο, η Καθ. Lascu δεν χρειαζόταν να δημιουργήσει ένα νέο μοντέλο από την αρχή, κάτι που εξοικονόμησε χρόνο και πόρους.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Women in STEM - Στοιχεία για τη Συγγραφέα

Η Mihaela Ruxandra Lascu είναι Καθηγήτρια Habil. Δρ. Μηχανικός στο Πολυτεχνείο του Τιμισοάρα, Ρουμανία, στη Σχολή Ηλεκτρονικών και Τηλεπικοινωνιών. Για περισσότερα από 24 χρόνια διδάσκει μαθήματα στους τομείς της Εικονικής Οργανολογίας, του LabVIEW, του MATLAB, της Απόκτησης Δεδομένων, του Γραφικού Προγραμματισμού, των Αισθητήρων και Ενεργοποιητών, της Επεξεργασίας Βιοϊατρικών Σημάτων, και της Βιοϊατρικής Οργανολογίας.

Έχει ηγηθεί ή συμμετάσχει σε περισσότερα από 30 ερευνητικά έργα σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Επιπλέον, εμπλέκεται στη διασφάλιση της ποιότητας της διδασκαλίας και στην πιστοποίηση προγραμμάτων σπουδών. Έχει δημοσιεύσει 7 τεχνικά βιβλία και περισσότερα από 100 επιστημονικά άρθρα στους τομείς ενδιαφέροντός της.

Υπήρξε επισκέπτρια καθηγήτρια στη Berufsakademie Lörrach, Γερμανία, και στο University Institute of Technology IUT Angers, Γαλλία. Η Καθ. Lascu είναι αξιολογήτρια για τις οργανώσεις ISETC, AECE, ELSEVIER και WSEAS, καθώς και μέλος επιστημονικών επιτροπών σε συνέδρια του WSEAS.

Επαγγελματικές Συμμετοχές και Διακρίσεις:

- Μέλος της Ένωσης Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας Ρουμανίας.
- Μέλος της Εθνικής Εταιρείας Βιοϊατρικής Μηχανικής και Βιολογικής Τεχνολογίας Ρουμανίας.
- Μέλος του IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., Νέα Υόρκη, ΗΠΑ).
- Μέλος της IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.

Το 2006 τιμήθηκε με Δίπλωμα Αριστείας για εξαιρετικά αποτελέσματα στην επιστημονική έρευνα, καθώς και με το Δίπλωμα της Ακαδημίας Μετρολογίας FLUKE.

Αποτελέσματα

Το μοντέλο έδειξε υψηλή ακρίβεια στη διάκριση μεταξύ υγιών πνευμόνων, πνευμονίας και COVID-19. Χρησιμοποίησε μια αρχιτεκτονική νευρωνικού δικτύου, γνωστή ως ResNet-101, η οποία είναι αποτελεσματική για εργασίες ταξινόμησης εικόνων.

Η έρευνα διασφαλίζει την ακριβή ταξινόμηση μεταξύ COVID-19, πνευμονίας και υγιών πνευμόνων χρησιμοποιώντας εικόνες CXR και CT μέσω μεθόδων μεταφοράς μάθησης. Παράλληλα, υπογραμμίζει τη σημασία της έρευνας στη διάσωση ζωών ασθενών, παρέχοντας γρήγορη διάγνωση και κατάλληλη θεραπεία.



Συζήτηση

1. Τι είναι ο COVID-19;
2. Τι αντιπροσωπεύει η μέθοδος μεταφοράς μάθησης;
3. Γιατί η έρευνα χρησιμοποίησε μεγάλη ποσότητα δεδομένων CXR και CT;
4. Ποια είναι η σημασία των αποτελεσμάτων της έρευνας στην καθημερινή ζωή;



Συμπέρασμα

Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το εφαρμοσμένο μοντέλο παρουσιάζει βελτίωση σε σύγκριση με άλλα υπάρχοντα μοντέλα, καθώς η ακρίβεια που επιτεύχθηκε ξεπερνά τα πρόσφατα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν παρουσιάστηκαν και απεικονίστηκαν με έναν ολοκληρωμένο τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τα απαιτητικά προβλήματα που αποθαρρύνουν σε αυτόν τον τομέα. Η αρχιτεκτονική αναγνώρισης του Κορωνοϊού 2019 πέτυχε αξιοποιώντας ενσωματωμένα δεδομένα από πολλαπλές πηγές.

Η μόλυνση από τον ιό ανιχνεύθηκε μέσω της εξέτασης ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που εντοπίστηκαν στις μελετημένες βιο-εικόνες. Εάν η ιογενής μόλυνση ανιχνευθεί νωρίτερα, μπορούν να σωθούν ζωές. Τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν είναι αρκετά αξιόπιστα για όλες τις



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

διακριτές διαδικασίες, καθώς η προτεινόμενη αρχιτεκτονική μπορεί να ανιχνεύσει υγιείς πνεύμονες, ιογενή πνευμονία και COVID-19.

Πιστεύεται ότι η νέα αρχιτεκτονική που εφαρμόστηκε σε αυτή τη μελέτη αποτελεί ένα μικρό βήμα προς τη δημιουργία μιας πιο εξελιγμένης αρχιτεκτονικής διάγνωσης του Κορωνοϊού 2019, χρησιμοποιώντας βιο-εικόνες CXR και CT.

Πηγές:

Πηγές:

Αναφορά στο πρωτότυπο άρθρο: <https://doi.org/10.1007/s40846-021-00630-2>

- Δημοσίευση στο Journal of Medical and Biological Engineering (2021) 41:514–522

Πρόσθετοι Πόροι για Βοήθεια στην Κατανόηση (άρθρα, βίντεο, podcast κ.λπ.):

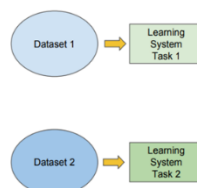
- Ρεπορτάζ στην τηλεόραση: <https://www.digi24.ro/stiri/actualitate/sanitate/video-cum-arata-plamanii-bolnavilor-de-covid-19-pot-fi-afectati-chiar-si-pacientii-fara-simptome-1358414>
- Βίντεο Κινούμενων Σχεδίων: Coronavirus Animation: High Impact Demonstrates How COVID-19 Impacts the Body
<https://www.youtube.com/watch?v=78jLBNSqc3g>
- Βίντεο Κινούμενων Σχεδίων: What happens if you get Coronavirus
<https://www.youtube.com/watch?v=5DGwOJXSxqg>
- Βίντεο Κινούμενων Σχεδίων: Global COVID-19 Prevention
<https://www.youtube.com/watch?v=rAj38E7vrS8>
- Επιστημονικό Άρθρο:
Perumal, V., Narayanan, V., & Rajasekar, S. J. S. (2020). Detection of COVID-19 using CXR and CT images using transfer learning and Haralick features. Applied Intelligence.

Traditional ML

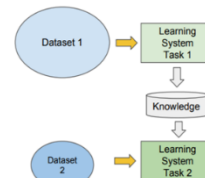
vs

Transfer Learning

- Isolated, single task learning:
 - Knowledge is not retained or accumulated. Learning is performed w.o. considering past learned knowledge in other tasks



- Learning of a new tasks relies on the previous learned tasks:
 - Learning process can be faster, more accurate and/or need less training data



<https://doi.org/10.1007/s10489-020-01831-z>

- **Επιστημονικό Άρθρο:**

El Asnaoui, K., & Chawki, Y. (2020). *Using X-ray images and deep learning for automated detection of coronavirus disease. Journal of Biomolecular Structure and Dynamics.*

<https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1767212>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Reflection Questions:

1. What is the COVID 19?

a) CORONAVIRUS 2019 disease (COVID-19) is caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SAR-CoV-2).

b) COVID 19 is a bacteria coming from cats.

c) COVID 19 is a virus coming from monkeys

Answer: a) COVID 19 is caused by a coronavirus 2 (SAR-CoV-2).

2. Where did Prof. Lascu get the large amounts of data used in the research?

a) extracting lung contour from the CXR and CT lung images.

b) extracting lung contour from the NMR (Nuclear Magnetic Resonance) images.

c) extracting lung contour from photographs.

Answer: a) extracting lung contour from the CXR and CT lung images

3. What represents the transfer learning method?

a) learning by doing

b) learning from experience

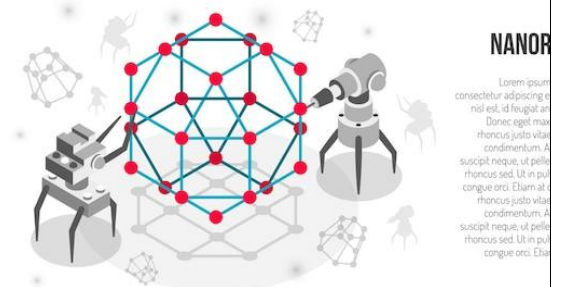
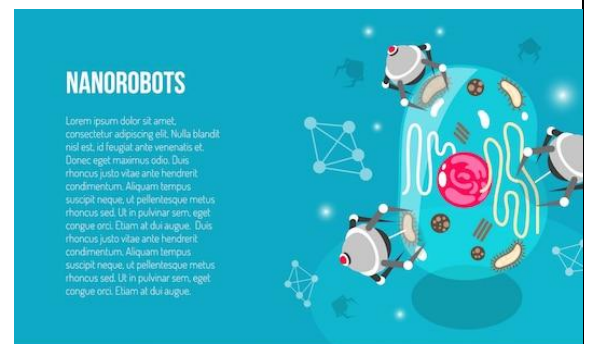
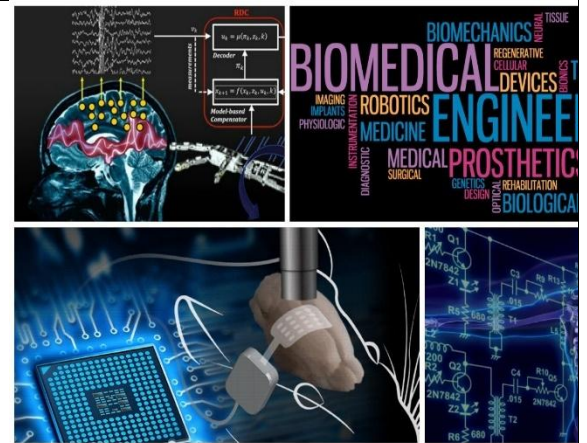
c) learning a new task relies on the previous learned tasks.

Answer: c) learning of a new task relies on the previous learned tasks.

4. What is the importance in day-by-day life of the research results?

a) can help medical professionals quickly and accurately diagnose COVID-19 from CXR and CT images.

b) ensure better management of the pandemic.



c) better life.

Answer: a) can help medical professionals quickly and accurately diagnose COVID-19 and b) better management of the pandemic.



Τίτλος **Σχεδίου** **Μαθήματος:**
Βαθιά Μάθηση στην Ταξινόμηση του Κορωνοϊού COVID-19, Πνευμονίας και Υγιών Πνευμόνων μέσω Εικόνων CXR και CT

Στόχοι:

- Οι μαθητές θα κατανοήσουν τις βασικές αρχές της βαθιάς μάθησης και πώς αυτή εφαρμόζεται στην ταξινόμηση ιατρικών εικόνων, ειδικά στη διάκριση μεταξύ COVID-19, πνευμονίας και υγιών πνευμόνων, χρησιμοποιώντας ακτινογραφίες θώρακος (CXR) και αξονικές τομογραφίες (CT).
- Οι μαθητές θα κατανοήσουν τη σημασία της έρευνας στη διάσωση ζώων μέσω γρήγορης διάγνωσης και κατάλληλης θεραπείας.
- Ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Βιοϊατρική Μηχανική.

Υλικά:

- Έντυπο έργου – έγγραφο επικοινωνίας.
- Υπολογιστής με πρόσβαση στο διαδίκτυο και προβολέας.
- Παρουσίαση (προετοιμασμένη εκ των προτέρων).
- Έντυπα με περίληψη βασικών σημείων του άρθρου.
- Πίνακας και μαρκαδόροι.
- Βίντεο κινουμένων σχεδίων για τον COVID-19.

Πληροφορίες Υποβάθρου:

Ο ιός αυτός ταυτοποιήθηκε για πρώτη φορά σε ανθρώπους τον Δεκέμβριο του 2019 στη Wuhan, Κίνα. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) κήρυξε την έξαρση παγκόσμια υγειονομική κατάσταση έκτακτης ανάγκης στις 30 Ιανουαρίου 2020 και πανδημία στις 11 Μαρτίου 2020. Μέχρι τις 4 Μαρτίου 2023, η πανδημία είχε προκαλέσει πάνω από 680 εκατομμύρια κρούσματα και 6,8 εκατομμύρια επιβεβαιωμένους θανάτους, αποτελώντας μία από τις πιο θανατηφόρες στην ιστορία.

Η σοβαρότητα των συμπτωμάτων του COVID-19 ποικίλλει σημαντικά. Οι ηλικιωμένοι με άλλες παθήσεις είναι πιο ευάλωτοι στις σοβαρές μορφές, αλλά ο COVID-19 μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την υγεία οποιουδήποτε ανεξαρτήτως ηλικίας. Εκτός από τις επιπτώσεις στη

σωματική υγεία, η πανδημία είχε σημαντικές συνέπειες στην ψυχική υγεία, τις ανθρώπινες σχέσεις, την οικονομία και την κοινωνική ανάπτυξη.

Μια ακόμη αιτία για να μη παραβλέπεται η ασθένεια αυτή είναι ότι συνεχίζουμε να μαθαίνουμε τρόπους για τη βέλτιστη αντιμετώπισή της. Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα της Καθ. Mihaela Lascu συμβάλλει σε ταχύτερη και καλύτερη διάγνωση της νόσου.

Εισαγωγή (10 λεπτά):

1. Χαιρετισμός και Παρουσίες (2 λεπτά):
 2. Δραστηριότητα Προσέλκυσης Ενδιαφέροντος (5 λεπτά):
 - ο Προβολή ενός σύντομου βίντεο ή μιας εικόνας ακτινογραφίας θώρακος και ερώτηση προς τους μαθητές: «Τι πιστεύετε ότι δείχνει αυτή η εικόνα;»
 - ο Συζήτηση: «Ποιες ήταν οι επιπτώσεις που βιώσατε κατά τη διάρκεια της πανδημίας;»
 3. Παρουσίαση Στόχων (3 λεπτά):
 - ο Επεξήγηση του στόχου του μαθήματος: Να μάθουμε πώς η βαθιά μάθηση βοηθά στη διάγνωση ασθενειών μέσω ιατρικών εικόνων.
-

Πληροφορίες Υποβάθρου (10 λεπτά):

1. Τι είναι η Βαθιά Μάθηση; (5 λεπτά):
 - ο Σύντομη εξήγηση της βαθιάς μάθησης και των νευρωνικών δικτύων με απλούς όρους.
 - ο Παρουσίαση ενός διαγράμματος νευρωνικού δικτύου.
 2. Ιατρική Απεικόνιση (5 λεπτά):
 - ο Επεξήγηση τι είναι οι εικόνες CXR και CT και γιατί είναι σημαντικές στη διάγνωση πνευμονικών παθήσεων.
 - ο Συζήτηση των προκλήσεων στη διάκριση μεταξύ COVID-19 και πνευμονίας από αυτές τις εικόνες.
-

Κύριο Περιεχόμενο (25 λεπτά):

1. Μεταφορά Μάθησης (10 λεπτά):
 - ο Επεξήγηση της έννοιας της μεταφοράς μάθησης και πώς εξοικονομεί χρόνο και πόρους.

- Αναλογία: Μαθαίνω ποδήλατο πριν μάθω μοτοσυκλέτα.
 - 2. Μέθοδος της Μελέτης (10 λεπτά):
 - Περιγραφή των βημάτων που ακολούθησαν οι ερευνητές:
 - Προεπεξεργασία εικόνων.
 - Τμηματοποίηση περιοχών πνευμόνων.
 - Εξαγωγή χαρακτηριστικών υφής Haralick.
 - Εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου.
 - Παρουσίαση οπτικών βοηθημάτων για κάθε βήμα.
 - 3. Αποτελέσματα και Σημασία (5 λεπτά):
 - Συζήτηση για την ακρίβεια του μοντέλου και τις πρακτικές εφαρμογές του.
 - Έμφαση στη βοήθεια που παρέχει στους γιατρούς για γρήγορη και ακριβή διάγνωση του COVID-19.
-

Δραστηριότητα (10 λεπτά):

1. Ομαδική Συζήτηση (5 λεπτά):
 - Χωρίστε τους μαθητές σε μικρές ομάδες και δώστε τους ένα έντυπο με ερωτήσεις προς συζήτηση:
 - Πώς βοηθά η βαθιά μάθηση στον ιατρικό τομέα;
 - Ποια είναι τα οφέλη και οι πιθανές προκλήσεις της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην υγειονομική περίθαλψη;
 2. Κοινοποίηση και Αναστοχασμός (5 λεπτά):
 - Οι ομάδες μοιράζονται τις απόψεις τους με την τάξη.
 - Αναστοχασμός για τη σημασία της διεπιστημονικής γνώσης (βιολογία και πληροφορική).
-

Συμπέρασμα (5 λεπτά):

1. Ανακεφαλαίωση Βασικών Σημείων (3 λεπτά):
 - Σύνοψη των βασικών σημείων του μαθήματος.
 2. Ερωτήσεις και Απαντήσεις (2 λεπτά):
 - Ανοιχτή συζήτηση για απορίες.
-

Εργασία για το Σπίτι:

1. Ερευνητική Εργασία:

- Ζητήστε από τους μαθητές να βρουν άλλη μια εφαρμογή της βαθιάς μάθησης στην υγειονομική περίθαλψη και να γράψουν μια σύντομη παράγραφο γι' αυτή.
-

Αξιολόγηση:

- Συμμετοχή στις ομαδικές συζητήσεις.
 - Απαντήσεις κατά τη διάρκεια της ανοιχτής συζήτησης.
 - Ολοκλήρωση της εργασίας για το σπίτι.
-

Σημειώσεις:

- Ρυθμίστε την πολυπλοκότητα των εξηγήσεων ανάλογα με τις προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών.
- Βεβαιωθείτε ότι τα οπτικά βοηθήματα είναι σαφή και εύκολα κατανοητά.
- Να είστε προετοιμασμένοι να παρέχετε επιπλέον παραδείγματα ή αναλογίες για να διευκρινίσετε σύνθετες έννοιες.