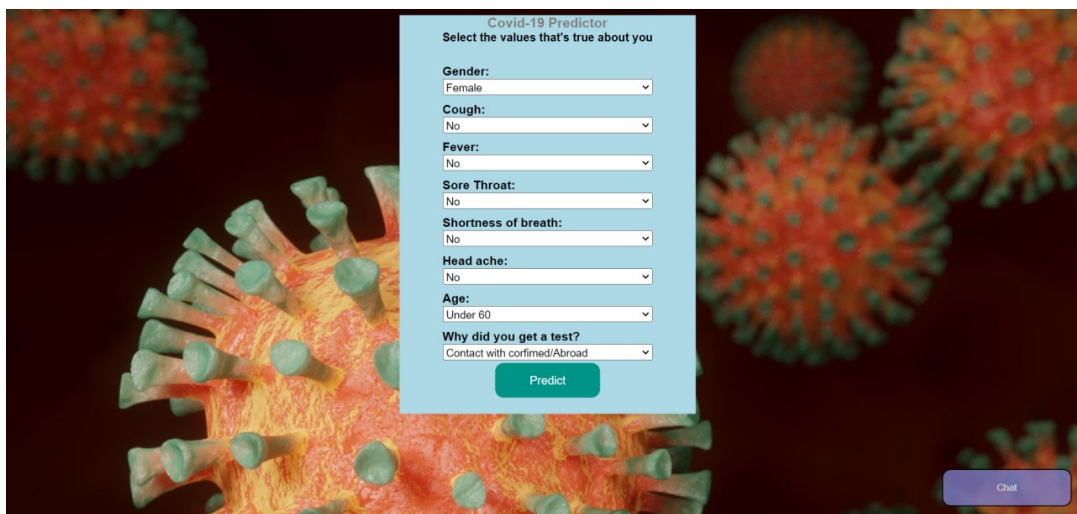


ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδιασμός και ανάπτυξη εφαρμογής για την
αντιμετώπιση της πανδημίας COVID-19»



Covid-19 Predictor
Select the values that's true about you

Gender:
Female

Cough:
No

Fever:
No

Sore Throat:
No

Shortness of breath:
No

Head ache:
No

Age:
Under 60

Why did you get a test?
Contact with confirmed/Abroad

Predict

Chat

Της φοιτήτριας
Παπαδημητρίου Χρυσούλας
Αρ. Μητρώου: 222020

Επιβλέπων
Χατζημίσιος Περικλής
Καθηγητής

Σεπτέμβριος 2022

Τίτλος Δ.Ε. Σχεδιασμός και ανάπτυξη εφαρμογής για την αντιμετώπιση της πανδημίας COVID-19 με χρήση τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων

Κωδικός Δ.Ε. 21235

Ονοματεπώνυμο φοιτητή: Παπαδημητρίου Χρυσούλα

Ονοματεπώνυμο εισηγητή: Χατζημίσιος Περικλής

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 25-04-2021

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 18-09-2022

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Παπαδημητρίου Χρυσούλας που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Περίληψη

Ο νέος κορονοϊός (Covid-19) ανακηρύχθηκε ως πανδημία από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και έφερε πολλαπλές αλλαγές στον τρόπο της μέχρι τώρα ζωής. Η τεχνολογία είναι αυτή που βοηθά στην εξισορρόπηση της κατάστασης, ιδιαίτερα κατά την πρώτη φάση της πανδημίας, δίνοντας την δυνατότητα διατήρησης των καθημερινών συνηθειών. Η χρήση των εφαρμογών έχει βοηθήσει τους ανθρώπους σε όλη την διάρκεια της με την επιτήρηση, τον έλεγχο της εξάπλωσης, την παροχή πληροφοριών και την επικοινωνία. Η έγκαιρη διάγνωση του ιού είναι καθοριστική για την πρόληψη της διασποράς και την μείωση της θνησιμότητας. Έτσι, η συγκεκριμένη διπλωματική έχει ως στόχο την δημιουργία ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη κρουσμάτων και την δημιουργία ενός ψηφιακού βοηθού που έχει την δυνατότητα παροχής πληροφοριών σχετικά με τα επιβεβαιωμένα κρούσματα και τους θανάτους σε κάθε χώρα καθημερινά. Αν και η τεχνολογία έρχεται αντιμέτωπη με πολλές προκλήσεις, όπως η παραβίαση προσωπικών δεδομένων και η έλλειψη τεχνολογικών δομών σε πολλές χώρες, είναι βέβαιο ότι έχει βοηθήσει σημαντικά στην αντιμετώπιση της πανδημίας αλλά αποτελεί χρήσιμο εργαλείο και για την αντιμετώπιση μελλοντικών πανδημιών.

«Design and development of an application to deal with the COVID-19 pandemic»

«Chrysoula Papadimitriou»

Abstract

The new coronavirus (Covid-19) was declared as a pandemic by the World Health Organization and have changed the way of life generally. Technology aims in balancing the current situation, especially during the first phase of the pandemic, making it possible to maintain daily habits. The use of smartphones and web apps has helped people throughout its duration with surveillance, spread control, information delivery and communication. Early diagnosis of the virus is crucial to prevent the spread and reduce mortality. Thus, this particular thesis aims to create an artificial intelligent model to predict if the user is positive in corona virus and create a digital assistant that has the ability to provide information about confirmed cases and deaths in each country every day. Although the technology faces many challenges, such as data privacy and security along with the lack of technological infrastructure in many countries, it is certain that it has helped significantly in dealing with the pandemic, but it will be a useful tool for dealing with future pandemics.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή μου Δρ. Περικλή Χατζημίσιο για την συνεχή υποστήριξή του, τις υποδείξεις του και την εμπιστοσύνη του από την αρχή έως το τέλος της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Έπειτα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τον σύζυγό μου για την συμπαράσταση και την κατανόηση που έδειξαν σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iv
Abstract	v
Ευχαριστίες	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Πινάκων.....	x
Κατάλογος Εξισώσεων.....	x
Κατάλογος Εικόνων	xi
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 2ο: Ιστορική αναδρομή των πανδημιών και η νόσος Covid-19	2
2.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά των πανδημιών.....	2
2.2 Ιστορική αναδρομή των πανδημιών	2
2.2.1 Ισπανική γρίπη	2
2.2.2 Η γρίπη της Ασίας και του Χονγκ Κονγκ το 1957 και 1968	3
2.2.3 HIV/AIDS	4
2.3 Ορισμός της νόσου Covid-19.....	4
2.4 Επιπτώσεις της νόσου Covid-19	5
Κεφάλαιο 3ο: Η συμβολή της τεχνολογίας στην αντιμετώπιση της νόσου Covid-19	7
3.1 Τεχνολογία και Covid-19	7
3.1.1 IoT και Covid-19	7
3.1.2 AI και Covid-19	8
3.1.3 Blockchain και Covid-19	10
3.1.4 5G και Covid-19	11
3.2 Drones & Robots.....	12
3.3 Προκλήσεις κατά την χρήση τεχνολογιών ενάντια στην νόσο Covid-19	14
Κεφάλαιο 4ο: Εφαρμογές για την αντιμετώπιση της Πανδημίας.....	16
4.1 Εφαρμογές για κινητές συσκευές.....	16
4.1.1 TraceTogether	16
4.1.2 Aaroya Setu	17
4.1.3 Hamagen	18
4.1.4 nCapp	18
4.1.5 MobileDetect	19
4.1.6 COVIDSafe	19

4.1.7	Covid-19 Sound App	19
4.1.8	My Patient Data	21
4.1.9	Coronika - Your Corona Diary	21
4.1.10	VirusSafe	22
4.1.11	WHO Academy	22
4.1.12	Mediktor	23
4.1.13	TousAntiCovid	24
4.1.14	Immuni	24
4.1.15	StayHomeSafe	24
4.1.16	Civitas	25
4.1.17	Social Media	25
4.2	Εφαρμογές Desktop.....	25
4.2.1	QCovid® risk calculator	25
4.2.2	GreekCovid	26
4.2.3	Bing COVID-19 Tracker	27
4.2.4	Covid Checker	27
4.3	Chatbots.....	28
4.4	Σύγκριση εφαρμογών.....	29
Κεφάλαιο 5ο: Υλοποίηση εφαρμογής για την αντιμετώπιση της νόσου Covid-19.....		31
5.1	Διατύπωση προβλήματος (problem statement).....	31
5.2	Σύνολο Δεδομένων & Προετοιμασία.....	31
5.3	Εκπαίδευση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.....	34
5.3.1	Αλγόριθμος Logistic Regression	35
5.3.2	Αλγόριθμος LightGBM	36
5.3.3	Αλγόριθμος Naive Bayes	38
5.4	Ορισμός και χαρακτηριστικά του Rasa framework.....	39
5.4.1	Ανάλυση αρχείων Rasa	40
5.4.2	Αρχιτεκτονική του Rasa framework	42
5.5	Flask framework.....	43
5.6	Αναλυτική περιγραφή της λειτουργίας της εφαρμογής.....	43
Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις.....		47
6.1	Συμπεράσματα.....	47
6.2	Μελλοντικές επεκτάσεις.....	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		49

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Μοντέλα μηχανικής μάθησης.....	54
Μοντέλο LightGBM.....	54
Logistic Regression	61
Naive Bayes.....	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Δημιουργία Rasa Chatbot	67
Αρχείο actions.py	67
Αρχείο nlu.yml	68
Αρχείο stories.yml.....	74
Αρχείο rules.yml.....	75
Αρχείο index.html	75
Αρχείο app.py.....	79
Αρχείο domain.yml	81
Αρχείο config.yml	82

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Σημαντικότερες πανδημίες ανά τους αιώνες [1]	3
Πίνακας 2: Συγκριτικός πίνακας εφαρμογών	30
Πίνακας 3: Ποσό ελλειπυσών τιμών για κάθε χαρακτηριστικό	34

Κατάλογος Εξισώσεων

Εξίσωση 1: Μαθηματικός τύπος τεχνικής SMOTE [41]	33
Εξίσωση 2: Μαθηματική αναπαράσταση θεωρήματος Bayes [51]	39

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Μέτρα πρόληψης κορονοϊού [7]	5
Εικόνα 2: Η χρήση της τεχνολογίας ως εργαλείο αντιμετώπισης της νόσου [12]	7
Εικόνα 3: Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην τηλεϊατρική [7]	8
Εικόνα 4: Βασική αρχιτεκτονική CNN μοντέλου για την ανίχνευση κορονοϊού [13]	9
Εικόνα 5: Τομείς που μπορεί να βοηθήσει η τεχνολογία blockchain στην πανδημία [14]	11
Εικόνα 6: Δημοσίευση Π.Ο.Υ. σχετικά με τον κορονοϊό και το 5G [16]	12
Εικόνα 7: Συμβολή του 5G στην αντιμετώπιση του κορονοϊού [7]	12
Εικόνα 8: Χρήση των drones κατά την διάρκεια της πανδημίας [7]	13
Εικόνα 9: Χρήση ρομπότ για λήψη δείγματος [17]	14
Εικόνα 10: Στιγμιότυπα εφαρμογής TraceTogether [19]	17
Εικόνα 11 : Στιγμιότυπο οθόνης Aarogya Setu [21]	18
Εικόνα 12: Επιλογές εφαρμογής nCapp [23]	18
Εικόνα 13: Αρχικές οθόνες εφαρμογής Covid-19 Sound app [25]	20
Εικόνα 14: Στιγμιότυπο της εφαρμογής My Patient Data [26]	20
Εικόνα 15: Αρχική οθόνη εφαρμογής Coronika [27]	21
Εικόνα 16: Στιγμιότυπο εφαρμογής WHO Academy [29]	22
Εικόνα 17: Οδηγίες για τον προστατευτικό εξοπλισμό με χρήση AR(Augmented Reality) [29]	23
Εικόνα 18: Στιγμιότυπο εφαρμογής Mediktor [30]	23
Εικόνα 19: Αποτελέσματα βάσει απαντήσεων στο εργαλείο Qcovid [35]	26
Εικόνα 20: Αρχική οθόνη ιστοσελίδας GreekCovid [36]	26
Εικόνα 21: Bing COVID-19 Tracker [37]	27
Εικόνα 22: Αποτελέσματα εφαρμογής μετά την καταχώρηση στοιχείων [38]	27
Εικόνα 23: Gov.sg chatbot [41]	29
Εικόνα 24: Αρχικό σύνολο δεδομένων	32
Εικόνα 25: Σύνολο δεδομένων μετά την επεξεργασία	33
Εικόνα 26: Κατηγορίες μηχανικής μάθησης [47]	35
Εικόνα 27: Σιγμοειδής Συνάρτηση [48]	36
Εικόνα 28: Μετρικές αλγορίθμου LogisticRegression με την μέθοδο oversampling	36
Εικόνα 29: Μετρικές αλγορίθμου LogisticRegression με την μέθοδο downsampling	36
Εικόνα 30: Μετρικές αλγορίθμου LogisticRegression με την μέθοδο SMOTE	36
Εικόνα 31: Ανάπτυξη δέντρου ανά επίπεδο [49]	37
Εικόνα 32: Ανάπτυξη δέντρου ανά φύλο [49]	38
Εικόνα 33: Μετρικές του αλγορίθμου LightGBM με την μέθοδο oversampling	38
Εικόνα 34: Μετρικές του αλγορίθμου LightGBM με την μέθοδο downsampling	38
Εικόνα 35: Μετρικές του αλγορίθμου LightGBM με την μέθοδο SMOTE	38
Εικόνα 36: Μετρικές του αλγορίθμου Naive Bayes με την μέθοδο oversampling	39
Εικόνα 37: Μετρικές του αλγορίθμου Naive Bayes με την μέθοδο downsampling	39
Εικόνα 38: Μετρικές του αλγορίθμου Naive Bayes με την μέθοδο SMOTE	39
Εικόνα 39: Δομή αρχείων Rasa framework [52]	40
Εικόνα 40: Αρχείο nlu.yml	41
Εικόνα 41: Αρχείο data/stories.yml	42
Εικόνα 42: Παράδειγμα υπολογισμού ομοιότητας μεταξύ προτάσεων	42
Εικόνα 43: Αρχιτεκτονική Rasa framework [52]	43

Εικόνα 44: Αποθήκευση μοντέλου ως αρχείο pickle	44
Εικόνα 45: Ερωτηματολόγιο για την εξαγωγή της πρόβλεψης	44
Εικόνα 46: Αρχείο app.py για την εισαγωγή του μοντέλου μηχανικής μάθησης	45
Εικόνα 47: Μεταβλητή στο αρχείο index.html	45
Εικόνα 48: Αρχείο app.py κατά την ενσωμάτωση του Rasa chatbot	46
Εικόνα 49: Εμφάνιση αποτελεσμάτων του chatbot	46
Εικόνα 50: Αρχικό σύνολο δεδομένων	54
Εικόνα 51: Εμφάνιση των 5 πρώτων γραμμών του συνόλου δεδομένων	54
Εικόνα 52: Πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του συνόλου δεδομένων	55
Εικόνα 53: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘cough’	55
Εικόνα 54: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘fever’	55
Εικόνα 55: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘sore_throat’	55
Εικόνα 56: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘shortness_of_breath’	55
Εικόνα 57: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘head_ache’	56
Εικόνα 58: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘corona_result’	56
Εικόνα 59: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘age_60_and_above’	56
Εικόνα 60: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘gender’	56
Εικόνα 61: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό ‘test_indication’	56
Εικόνα 62: Διαμόρφωση τιμών του χαρακτηριστικού ‘corona_result’	56
Εικόνα 63: Διαμόρφωση τιμών του χαρακτηριστικού ‘test_indication’	57
Εικόνα 64: Διαμόρφωση της τιμής ‘corona_result’ μετά την εφαρμογή της μεθόδου oversampling	57
Εικόνα 65: Διαμόρφωση της τιμής ‘corona_result’ μετά την εφαρμογή της μεθόδου undersampling	58
Εικόνα 66: Ποσοστό ακρίβειας του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο oversampling	58
Εικόνα 67: Μετρικές του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο oversampling	59
Εικόνα 68: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο oversampling	59
Εικόνα 69: Ποσοστό ακρίβειας του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο undersampling	59
Εικόνα 70: Μετρικές του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο undersampling	60
Εικόνα 71: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο undersampling	60
Εικόνα 72: Μετρικές του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο SMOTE	61
Εικόνα 73: Μετρικές του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο oversampling	62
Εικόνα 74: Πίνακας Σύγκρισης του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο oversampling	62
Εικόνα 75: Μετρικές του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο undersampling	63
Εικόνα 76: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο oversampling	63
Εικόνα 77: Μετρικές του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο SMOTE	64
Εικόνα 78: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο SMOTE	64
Εικόνα 79: Μετρικές του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο oversampling	64
Εικόνα 80: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο oversampling	65
Εικόνα 81: Μετρικές του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο downsampling	65
Εικόνα 82: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο downsampling	65
Εικόνα 83: Μετρικές του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο SMOTE	66
Εικόνα 84: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο SMOTE	66

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Ο νέος κορονοϊός εμφανίστηκε τον Δεκέμβριο του 2019 στην πόλη Γουχάν της Κίνας και τον Μάρτιο του 2020 ανακηρύχθηκε ως πανδημία από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, αφού άρχισε να εξαπλώνεται ραγδαία χωρίς να μπορεί να ελεγχθεί η κατάσταση. Επέφερε κρίσιμες αλλαγές στην ανθρωπότητα ιδιαίτερα κατά το πρώτο κύμα όπου οι πληροφορίες και τα δεδομένα για τον ιό ήταν ελάχιστα και ο φόβος πολύ μεγάλος. Αρκετές κυβερνήσεις έλαβαν προληπτικά μέτρα με αναγκαστικό εγκλεισμό των πολιτών τους για να περιορίσουν την μεταδοτικότητα του ιού και την μεγάλη θνησιμότητα αφού δεν υπήρχαν ακόμη φάρμακα και εμβόλια για τον μετριασμό της κατάστασης.

Η τεχνολογία έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της πανδημίας. Προσέφερε την άνεση της επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων κρατώντας τις κοινωνικές επαφές τους έτσι ώστε να μην αισθάνονται εντελώς απομονωμένοι. Βοήθησε τους μαθητές να συνεχίσουν την εκπαίδευσή τους και τους εργαζόμενους την εργασία τους, αφότου πέρασε ένα μικρό διάστημα παύσης με την ελπίδα ότι θα ξεκινήσουν να λειτουργούν όλα κανονικά ξανά. Αφού αυτή η ελπίδα δεν έγινε πραγματικότητα, έπρεπε να βρεθούν λύσεις έστω και προσωρινές ώστε να μην καταρρεύσει το σύστημα της κάθε χώρας.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη των εφαρμογών που έχουν δημιουργηθεί κατά την εξέλιξη της πανδημίας και η ανάπτυξη μίας εφαρμογής με εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής μάθησης που θα προβλέπουν την πιθανότητα ένας χρήστης να είναι υποψήφιο κρούσμα κορονοϊού και την δημιουργία ενός ψηφιακού βοηθού (chatbot) που θα είναι σε θέση να απαντά σε ερωτήσεις σχετικές με τον κορονοϊό (συμπτώματα, κρούσματα, θάνατοι, κλπ). Τα chatbots προσφέρουν τεράστια βοήθεια στην πανδημία εξυπηρετώντας και απαντώντας σε ερωτήσεις, οι οποίες είναι συχνά επαναλαμβανόμενες.

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μία μικρή εισαγωγή του θέματος προς εξερεύνηση και η περιγραφή των υπόλοιπων κεφαλαίων ώστε να ξέρει ο αναγνώστης τι πρόκειται να ακολουθήσει. Στο 2^ο κεφάλαιο αναλύεται ο όρος “πανδημία” και περιγράφονται κάποιες από τις πανδημίες με τις οποίες έχει έρθει αντιμέτωπη η ανθρωπότητα ανά τους αιώνες. Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη συμβολή της τεχνολογίας για την αντιμετώπιση του κορονοϊού αλλά και οι προκλήσεις και οι περιορισμοί που έπρεπε να διαχειριστεί. Στο 4^ο κεφάλαιο περιγράφονται οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί κατά την διάρκεια της πανδημίας, τα χαρακτηριστικά, οι δυνατότητες αλλά και τα μειονεκτήματα που μπορεί να έχει καθεμία από αυτές. Στο 5^ο κεφάλαιο, το οποίο αποτελεί το κυριότερο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας γίνεται αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής, σχετικά με την δημιουργία της αλλά και τα εργαλεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για αυτήν. Τέλος, στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει αλλά και οι μελλοντικές επεκτάσεις που μπορούν να γίνουν στην εφαρμογή για να αποκτήσει περισσότερες δυνατότητες.

Όσο εξελίσσεται η πανδημία, εξελίσσονται και οι εφαρμογές αφού λαμβάνονται όλο και περισσότερα νέα δεδομένα και γίνονται συνεχείς έρευνες σχετικά με τον ιό. Παρόλο αυτά, ο φόβος ενός νέου επερχόμενου κύματος ή μίας νέας πανδημίας δεν έχει σταματήσει να υπάρχει και να ανησυχεί τους ανθρώπους.

Κεφάλαιο 2ο:

Ιστορική αναδρομή των πανδημιών και η νόσος Covid-19

2.1 Ορισμός και χαρακτηριστικά των πανδημιών

Ο όρος πανδημία προκύπτει από την σύνθεση των λέξεων παν, που σημαίνει μαζί, και την λέξη δήμος, που σημαίνει λαός [1]. Συνήθως χρησιμοποιείται για να εκφράσει μία εκτεταμένη επιδημία. Αν και δεν υπάρχει κάποιος αποδεκτός όρος για την έννοια της πανδημίας, παρακάτω θα γίνει αναφορά των χαρακτηριστικών της που την κάνουν να ξεχωρίζει από την έννοια “ασθένεια”.

Για να χαρακτηριστεί μία ασθένεια ως πανδημία θα πρέπει να [2]:

- Έχει εξαπλωθεί σε μεγάλη γεωγραφική έκταση
- Είναι μεταδοτική ασθένεια
- Εκδηλωθούν πολλαπλά κρούσματα σε σύντομο χρονικό διάστημα
- Είναι μια καινούργια (νέα) ασθένεια, είτε μετάλλαξη κάποιας παλιάς
- Είναι μολυσματική, μεταδοτική και θανατηφόρα

Βέβαια, είναι απαραίτητο να περάσει κάποιο χρονικό διάστημα για να χαρακτηριστεί μία ασθένεια ως πανδημία καθώς μπορεί να επιδράσει αρνητικά στο σύνολο των ατόμων, προκαλώντας σύγχυση και φόβο, φαινόμενα που οδηγούν σε λάθος χειρισμό καταστάσεων. Αρχικά, θα πρέπει να εφαρμοστούν κάποιες στρατηγικές όπως η απομόνωση των μολυσματικών ατόμων για να εξεταστεί κατά πόσο μπορεί να περιοριστεί η εξάπλωση της ασθένειας. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε κηρύσσεται ως πανδημία και απαιτείται η τήρηση των προληπτικών μέτρων από όλους έτσι ώστε να μετριαστεί η κατάσταση.

2.2 Ιστορική αναδρομή των πανδημιών

Οι πανδημίες ξεκίνησαν να υπάρχουν από τότε που οι άνθρωποι δημιούργησαν τις πρώτες οργανωμένες κοινότητες [3]. Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι σημαντικότερες πανδημίες που έχουν υπάρξει ανά τους αιώνες. Όμως, παρακάτω θα περιγραφούν οι πιο πρόσφατες πανδημίες που έχουν πλήξει την ανθρωπότητα κατά το πέρασμα τους.

2.2.1 Ισπανική γρίπη

Η “ισπανική γρίπη” ήταν η πρώτη παγκόσμια πανδημία του 20^{ου} αιώνα , η οποία εκδηλώθηκε το 1918, κατά την διάρκεια του πρώτου παγκοσμίου πολέμου [4]. Εκτιμάται ότι είχε ως αποτέλεσμα τον θάνατο 17 εως 50 εκατομμυρίων ανθρώπων, περισσότερους από τα θύματα του πολέμου. Τα συμπτώματα της ήταν παρόμοια με αυτά μίας κοινής γρίπης. Η εξάπλωση του στελέχους H1N1 ήταν ραγδαία, καθώς συνέβαιναν συχνές στρατιωτικές μετακινήσεις αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την διασπορά. Το όνομα της ‘ισπανική’ δεν προέρχεται από την χώρα προέλευσης του ιού αλλά από το γεγονός ότι η Ισπανία δεν συμμετείχε στον πόλεμο και είχε την ευχέρεια να δημοσιεύει άρθρα και να μεταδίδει νέα σχετικά με τον ιό, δίνοντας την εντύπωση ότι η χώρα έχει πληγεί βαθύτερα από την γρίπη σε σχέση με τις υπόλοιπες. Όσον αφορά την προέλευση του παραμένει ακόμη άγνωστη.

Name	Infection causing agent and subtype	Dates	Possible region of origin	Reported Deaths	Case fatality rate
Plague of Justinian	Yersinia Pestis	541-42	Unclear	25-100 million	Unknown
The Black Death	Yersinia Pestis	1347-50	Asia	75-100 million	Unknown
The First Cholera Pandemic	Vibrio cholerae	1817-24	India	1-2 million	Unknown
The Second Cholera Pandemic	Vibrio cholerae	1826-37	India	Unknown	Unknown
The Third Cholera Pandemic	Vibrio cholerae	1846-60	India	1-2 million	Unknown
Russian Flu or Asiatic Flu	Influenza A(subtype unclear)	1889-90	Russia	1 million	0.1-0.28%
The Third Plague Pandemic	Yersinia Pestis	1894-1959	China	15 million	Unknown
Spanish Flu	Influenza A (subtype H1N1)	1918-20	Unclear	17-50 million	>2.5%
Asian Flu	Influenza A (subtype H2N2)	1957-58	China	1-4 million	<0.2%
HIV/AIDS Pandemic	HIV	1960-Present	Africa	32 million	100%
The Seventh Cholera Pandemic	Vibrio cholerae	1961-Present	Indonesia	155 thousand	Unknown
Hong-Kong Flu	Influenza A(H3N2)	1968-69	Hong-Kong / China	1-4 million	<0.2%

Πίνακας 1: Σημαντικότερες πανδημίες ανά τους αιώνες [1]

2.2.2 Η γρίπη της Ασίας και του Χονγκ Κονγκ το 1957 και 1968

Η ασιατική γρίπη εμφανίστηκε το 1957 αρχικά στην Κίνα αλλά εξαπλώθηκε γρήγορα σε ολόκληρο τον κόσμο [5]. Το στέλεχος της γρίπης H2N2, όπως ονομάστηκε, σε διάστημα τριών μηνών προσέβαλε 250.000 ανθρώπους όλων των ηλικιών. Η παραγωγή εμβολίων για την αντιμετώπιση της νόσου ξεκίνησε άμεσα, όμως διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι άνθρωποι δεν είχαν αναπτύξει αντισώματα παρά τον εμβολιασμό τους.

Το 1968 παρουσιάστηκε η μετάλλαξη του στελέχους H2N2, το νέο στέλεχος γρίπης H3N3. Η πανδημία πρωτοεμφανίστηκε στην Κίνα αλλά πολύ γρήγορα μετακινήθηκε στο Χονγκ Κονγκ [5]. Το ποσοστό των θανάτων ήταν μεγαλύτερο στα πολύ νεαρά ή ηλικιωμένα άτομα φτάνοντας σε αριθμό το ένα εκατομμύριο. Αποτελέσει την τρίτη φονικότερη στην σειρά πανδημία μετά την ισπανική και την ασιατική γρίπη.

2.2.3 HIV/AIDS

Η πανδημία HIV/AIDS έκανε την εμφάνισή της στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Παρατηρήθηκε, αρχικά τουλάχιστον, ότι μεταδιδόταν σε ομοφυλόφιλους άνδρες και σε χρήστες ενδοφλέβιων ναρκωτικών ουσιών, γεγονός που προκάλεσε την κοινωνική απομόνωση των ατόμων που είχαν προσβληθεί. Είναι μία πανδημία που εμποδίζει την λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος των ανθρώπων, αποδυναμώνοντας το και συνεχίζει να υπάρχει μέχρι σήμερα, μετρώντας περίπου 32 εκατομμύρια θύματα. Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της ιατρικής και της τεχνολογίας έχουν μειωθεί οι θάνατοι καθώς έχουν βρεθεί φάρμακα που θεραπεύουν την νόσο. Τα ποσοστά θνητότητας παραμένουν υψηλά κυρίως σε χώρες της υποσαχάριας Αφρικής όπου η ενημέρωση και η σεξουαλική διαπαιδαγώγηση είναι ανύπαρκτη.

2.3 Ορισμός της νόσου Covid-19

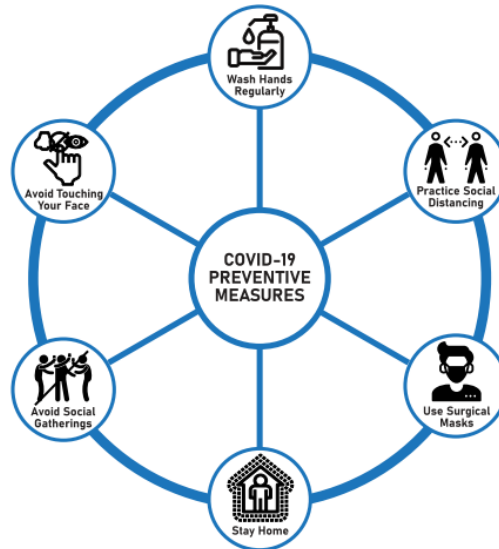
Στα τέλη του έτους 2019 εμφανίστηκε ένας νέος κορονοϊός στην πόλη Γουχάν της Κίνας, ο οποίος ονομάστηκε SARS-Cov-2. Υπάρχουν τέσσερις οικογένειες κορονοϊού που ονομάζονται α,β,γ,δ. Οι τύποι α και β προέρχονται από τα θηλαστικά, κυρίως τις νυχτερίδες, ενώ οι γ και δ από τα γουρούνια και τα πουλιά. Ο νέος κορονοϊός (SARS-Cov-2 ή Covid-19) ανήκει στον τύπο β και έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία προκαλώντας ακόμη και θάνατο [6]. Τα κρούσματα της νόσου άρχισαν να πολλαπλασιάζονται με γοργούς ρυθμούς και τον Μάρτιο του 2020, ο κορονοϊός χαρακτηρίστηκε ως πανδημία από τον Π.Ο.Υ. (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας).

Τα συμπτώματα της νόσου διαφέρουν μεταξύ των ατόμων, καθώς κάποια έχουν συμπτώματα βαριάς μορφής με πιθανότητες θνητότητας ενώ άλλα πιο ήπια ή και καθόλου, γεγονός που κάνει την ανίχνευση του ιού ακόμη πιο δύσκολη. Τα κυριότερα συμπτώματα είναι πυρετός, βήχας, δύσπνοια, αίσθηση κόπωσης και έλλειψη γεύσης.

Κύριος τρόπος μετάδοσής του είναι η ανταλλαγή μολυσμένων σταγονιδίων που μεταδίδονται από άτομα που βήχουν, φτερνίζονται ή μιλούν. Τα σταγονίδια αυτά προσκολλώνται σε επιφάνειες και παραμένουν ενεργά, μεταδίδοντας τον ιό, για έως και τρεις ημέρες. Έτσι, η επαφή με μολυσμένες επιφάνειες και έπειτα το άγγιγμα του προσώπου ελλοχεύει κινδύνους μετάδοσης και εξάπλωσης.

Για την πρόληψη της διασποράς του κορονοϊού θα πρέπει να ακολουθούνται κάποιες οδηγίες όπως φαίνεται στην Εικόνα 1 [7]. Οπότε, τα μέτρα που πρέπει να εφαρμόζονται είναι το τακτικό και σχολαστικό πλύσιμο των χεριών για την απομάκρυνση μικροβίων, κοινωνική αποστασιοποίηση, αποφυγή κοινωνικών επαφών παρά μόνο αν υπάρχει ανάγκη, χρήση χειρουργικής μάσκας για την αποφυγή μετάδοσης σταγονιδίων, αποφυγή αγγίγματος του προσώπου, παραμονή στο σπίτι, ιδιαίτερα για τις ευάλωτες ομάδες ατόμων – άτομα άνω των 60 ετών ή με βεβαρημένο ιατρικό ιστορικό.

Βέβαια, για την λήξη του ιού κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία ενός εμβολίου. Αν και ο χρόνος ανάπτυξης εμβολίων εκτιμάται γύρω στα δέκα χρόνια, στην περίπτωση του κορονοϊού ήδη στις 8 Δεκεμβρίου 2020 κυκλοφόρησε το πρώτο εμβόλιο [8]. Σε χρονικό διάστημα ενός έτους εμβολιάστηκε με τουλάχιστον μία δόση εμβολίου ο μισός περίπου πληθυσμός. Αν και δεν μπορεί να υπολογιστεί ακριβώς ο αριθμός των ατόμων που σώθηκαν από τον εμβολιασμό, εκτιμάται ότι είναι γύρω στις 700.000. Όμως, αρκετοί είναι αυτοί που αμφισβητούν την αποτελεσματικότητα των εμβολίων και είναι ενάντια στον εμβολιασμό αφού υπήρξαν θάνατοι ή εμφάνιση παθήσεων, όπως θρομβώσεις, μυοκαρδίτιδες κλπ, εξαιτίας του. Τα αποτελέσματα του θα φανούν στην επόμενη δεκαετία.



Εικόνα 1: Μέτρα πρόληψης κορονοϊού [7]

2.4 Επιπτώσεις της νόσου Covid-19

Η νόσος του κορονοϊού εκτός από τις επιπτώσεις στην υγεία των ατόμων, έχει επιφέρει διατάραξη της καθημερινότητάς τους. Ιδιαίτερα κατά το πρώτο διάστημα εμφάνισης του ιού, οι άνθρωποι κυριεύτηκαν από φόβο και άγχος μην κολλήσουν τον ιό οι ίδιοι ή οι οικογένειές τους. Η αβεβαιότητα για το μέλλον, η ξαφνική αλλαγή των συνηθειών, η κοινωνική αποστασιοποίηση είναι μερικοί από τους παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την ψυχική αστάθεια, το άγχος και την κατάθλιψη που μπορεί να αντιμετωπίσει κάποιος. Βέβαια, οι ειδικοί συστήνουν την διατήρηση των καθημερινών εργασιών όσο είναι εφικτό και την επαφή με άλλα άτομα μέσω των κινητών συσκευών έτσι ώστε να υπάρξει ψυχική ισορροπία [9].

Αλλαγές υπήρξαν επίσης στον εργασιακό, εκπαιδευτικό, κοινωνικό και οικονομικό τομέα κυρίως κατά την πρώτη περίοδο της ολικής απαγόρευσης της κυκλοφορίας (lockdown). Υιοθετήθηκε η τηλεργασία, και για τις χώρες στις οποίες ήταν άγνωστος ο όρος, αφού οι μετακινήσεις ήταν αδύνατες. Η τηλεργασία αποτελεί ένα από τα πλεονεκτήματα που άφησε πίσω της η πανδημία, αφού δουλεύοντας από το σπίτι εξαλείφθηκε το κόστος μεταφοράς των εργαζομένων και μειώθηκε η ατμοσφαιρική ρύπανση. Με τον εγκλεισμό των ατόμων παρατηρήθηκε μείωση των ρύπων καθώς μειώθηκε η παραγωγή στις βιομηχανίες και η εκπομπή καυσαερίων από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι το περιβάλλον άρχισε να γίνεται καθαρότερο αφού δεν κυκλοφορούσε κανείς ώστε να το ρυπαίνει. Το γεγονός αυτό προκάλεσε οικολογική ισορροπία αφού έπαψε η υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων από τους ανθρώπους [10].

Άλλος ένας σημαντικός τομέας που επηρεάστηκε βαθιά είναι ο εκπαιδευτικός. Αρχικά, λόγω της απόφασης του lockdown έκλεισαν προσωρινά πολλές σχολικές και πανεπιστημιακές μονάδες σε παγκόσμιο επίπεδο. Όμως αφού η άρση του lockdown δεν ήταν δυνατή έπρεπε να δοθεί μία λύση ώστε να μην παγώσει το εκπαιδευτικό σύστημα [11]. Η λύση αυτή είναι η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, η οποία έγινε πραγματικότητα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα αν και αποτελεί ένα μακροπρόθεσμο εγχείρημα για την κάθε χώρα και κυβέρνηση. Οι μαθητές ήρθαν αντιμέτωποι με νέα δεδομένα, ιδιαίτερα εκείνοι που βρισκόταν στην αλλαγή της εκπαιδευτικής βαθμίδας. Βέβαια, και οι εκπαιδευτικοί έπρεπε να προσαρμοστούν γρήγορα, να εκπαιδευτούν στην σωστή χρήση των εργαλείων που είχαν στην διάθεση τους και να οργανώσουν το εκπαιδευτικό υλικό για την εξ'

αποστάσεως εκπαίδευση. Το σημαντικότερο όμως πέρα από την κάλυψη της διδακτέας ύλης ήταν η διαχείριση των συμμετεχόντων, η ενθάρρυνση τους και η δημιουργία ενός κλίματος συνεργασίας για να γίνει όσο το δυνατόν καλύτερη και αποδοτικότερη η εκπαιδευτική τους εμπειρία. Η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση αποδείχθηκε δύσκολο εγχείρημα. Η αδυναμία κάποιων οικογενειών να καλύψουν τις ανάγκες των παιδιών τους σε τεχνολογικό υλικό (υπολογιστές, tablets κλπ) σε συνδυασμό με την τεχνολογική αμάθεια των γονιών είχε καταστροφικά αποτελέσματα όχι μόνο ως προς την εκπαίδευση αλλά κυριώς στην ψυχολογία των μαθητών, ιδιαίτερα σε μικρότερες ηλικίες όπου αυτά τα σχολικά χρόνια είναι καθοριστικά για την ανάπτυξη της προσωπικότητας τους.

Ακόμη, η εξάλειψη του τουρισμού, η παύση λειτουργίας των καταστημάτων εστίασης και η μείωση των εισαγωγών και εξαγωγών των χωρών αποτέλεσε απειλή της παγκόσμιας οικονομίας με ύφεση αφού ο κορονοϊός αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην ιστορία της ανθρωπότητας, οι συνέπειες του οποίου θα φανούν στις επόμενες δεκαετίες.

Κεφάλαιο 3ο:

Η συμβολή της τεχνολογίας στην αντιμετώπιση της νόσου Covid-19

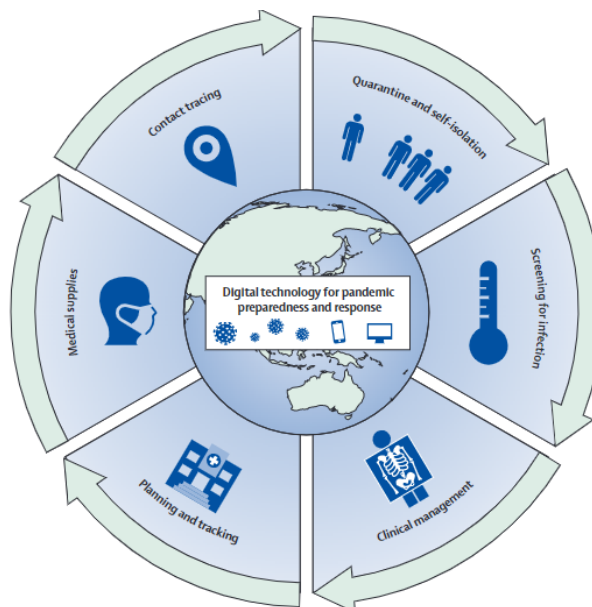
3.1 Τεχνολογία και Covid-19

Η χρήση τεχνολογιών έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση του κορονοϊού καθώς η κατάσταση δεν θα ήταν τόσο διαχειρίσιμη χωρίς αυτήν. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 [12], η τεχνολογία βοήθησε στην πρόληψη, ανίχνευση, παρακολούθηση του ιού και στην οργάνωση των νοσοκομειακών μονάδων και του νοσηλευτικού προσωπικού. Παρακάτω θα εξεταστεί η εφαρμογή τεσσάρων ψηφιακών τεχνολογιών στην αντιμετώπιση του ιού (IoT, AI, 5G, Blockchain).

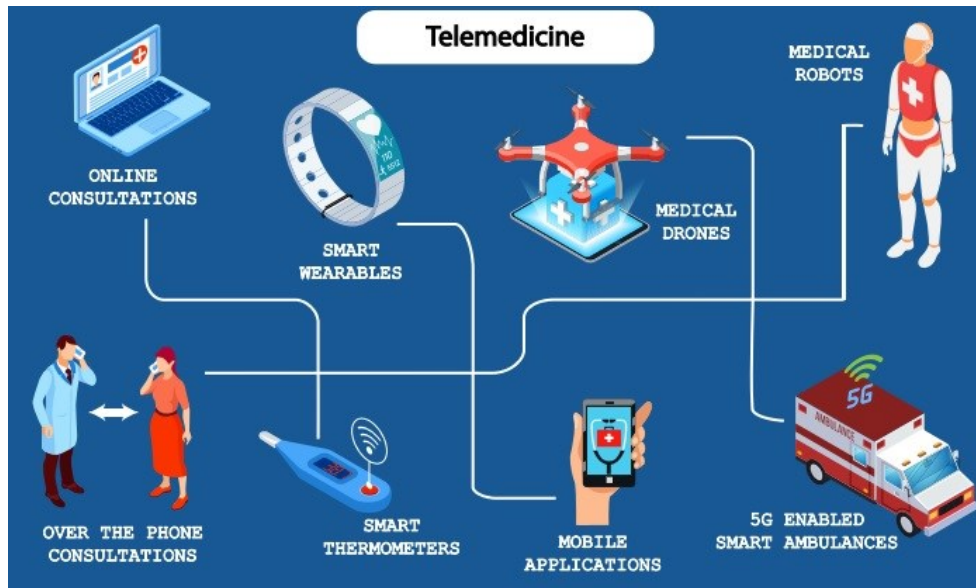
3.1.1 IoT και Covid-19

Το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) συναντάται ολοένα και περισσότερο στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Το IoT (Internet of Things) είναι μία συλλογή από αντικείμενα με ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα, αισθητήρες, λογισμικά, τα οποία συνδέονται μέσω του διαδικτύου και συλλέγουν και ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους [7] **Error! Reference source not found.**

Όσον αφορά την χρήση τους στην περίοδο της πανδημίας, οι συσκευές IoT είναι υπεύθυνες για την συλλογή δεδομένων με σκοπό τον αποτελεσματικό έλεγχο εξάπλωσής της από τις εκάστοτε αρχές. Η συλλογή των δεδομένων επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση αισθητήρων σε πολυσύχναστους χώρους, όπως αεροδρόμια και εμπορικά κέντρα, με έξυπνες συσκευές που φορούν οι άνθρωποι, όπως έξυπνα ρολόγια, αλλά και smartphones που έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες. Η μέτρηση της θερμοκρασίας των ατόμων αποτελεί σημαντική πληροφορία, αφού ο υψηλός πυρετός είναι ένα από τα πρώιμα σημάδια ένδειξης του ιού.



Εικόνα 2: Η χρήση της τεχνολογίας ως εργαλείο αντιμετώπισης της νόσου [12]



Εικόνα 3: Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην τηλεϊατρική [7]

Έτσι, τα έξυπνα θερμόμετρα, οι θερμικές κάμερες και οι wearable συσκευές μπορούν να μετρούν την θερμοκρασία των χρηστών και να στέλνουν ειδοποιήσεις για περαιτέρω εξέταση σε περίπτωση που χρειάζεται ώστε να γίνει έγκαιρη διάγνωση. Άλλα δεδομένα τα οποία είναι χρήσιμα είναι ο εντοπισμός της θέσης των ατόμων που φαίνεται με το GPS και η χρήση των καμερών για να εντοπίζονται περιοχές όπου υπάρχει συνωστισμός και να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα.

Οι εφαρμογές IoT είναι πολλά υποσχόμενες και στον τομέα της υγείας. Μετά το ξέσπασμα του κορονοϊού έγινε επιτακτική η χρήση της τηλεϊατρικής έτσι ώστε να μειωθούν οι άσκοπες μετακινήσεις σε νοσηλευτικές μονάδες, οι οποίες ασφυκτιούν φιλοξενώντας κρούσματα που χρήζουν βοήθειας και να αποφευχθεί η μετάδοση του ιού από τα μολυσμένα άτομα στο υγειονομικό προσωπικό. Όμως, για να υπάρξει πραγματική αντιμετώπιση του ιού, οι πλατφόρμες τηλεϊατρικής είναι απαραίτητο να συνδυαστούν με άλλες τεχνολογίες drones, ρομπότ, wearable συσκευές και άλλες εφαρμογές, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.

3.1.2 ΑΙ και Covid-19

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι άλλο ένα ισχυρό εργαλείο που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση του κορονοϊού. Αρχικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει το ξέσπασμα μίας πανδημίας σε κάθε περιοχή ανάλογα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά προς εξέταση. Με μεγάλη προσπάθεια, κάποιες επιστημονικές ερευνητικές ομάδες έχουν ως στόχο να χαρτογραφίσουν όλους τους πιθανούς ιούς που μπορούν τα ζώα να μεταδώσουν στον άνθρωπο, προλαμβάνοντας οποιαδήποτε εξέλιξη. Το έργο αυτό είναι πάρα πολύ δύσκολο καθώς απαιτεί συγκέντρωση τεράστιου όγκου πληροφοριών χωρίς κανείς να εγγυάται ότι ακόμη και αν είναι γνωστή η μελλοντική εμφάνιση μίας πανδημίας μπορεί να σταματήσει.

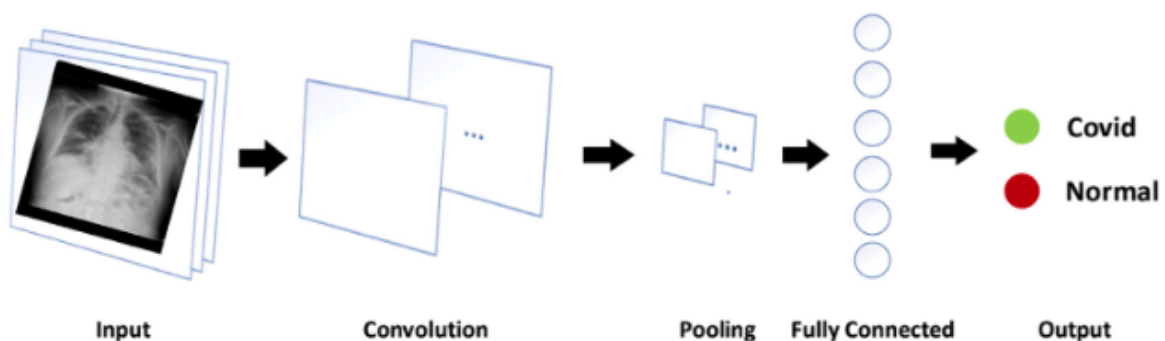
Μία από τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης είναι η ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης. Συγκεκριμένα, έχουν δημιουργηθεί αρκετές εφαρμογές που προβλέπουν αν ένα άτομο διατρέχει κίνδυνο να κολλήσει τον ιό ή να έχει σοβαρά συμπτώματα που μπορούν να οδηγήσουν και στον θάνατο. Οι προβλέψεις αυτές εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Μερικοί από αυτούς είναι το

φύλο, η ηλικία, το ιστορικό – ιατρικό και ταξιδιωτικό, οι συνθήκες υγιεινής, η αναγνώριση συμπτωμάτων της πανδημίας.

Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη βοηθά και στην αναγνώριση προσώπων και κινήσεων. Με την τοποθέτηση καμερών σε πολυσύχναστους χώρους, μπορεί να γίνει έλεγχος των ατόμων που δεν φορούν μάσκα, σε περιόδους που η εφαρμογή της είναι υποχρεωτική, αναγνώριση της ταυτότητας τους αλλά και μέτρηση της θερμοκρασίας τους μέσω θερμικών καμερών και απαγόρευση εισόδου σε κλειστούς χώρους αν κριθεί κάποιο άτομο ως ύποπτο κρούσμα.

Ειδικά κατά το πρώτο διάστημα εμφάνισης της νόσου, όπου τα τεστ κορονοϊού ήταν σε έλλειψη και το νοσηλευτικό προσωπικό ιδιαίτερα φορτισμένο έπρεπε να βρεθεί κάποια φθηνή και γρήγορη λύση για την έγκαιρη διάγνωση της νόσου. Πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη μοντέλων μηχανικής μάθησης για τον έλεγχο του ιού μέσω των ακτινογραφιών θώρακα. Μία τέτοια προσπάθεια είναι και η ανάπτυξη του μοντέλου “nCOVnet” [13] που βασίζεται στο μοντέλο CNN (Convolutional Neural Network), η βασική αρχιτεκτονική του οποίου φαίνεται στην Εικόνα 4. Το μοντέλο CNN χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση εικόνων και αντικειμένων. Ως σύνολο δεδομένων εισαγωγής χρησιμοποιούνται εικόνες ακτινογραφιών θώρακα κατάλληλα διαμορφωμένες προς επεξεργασία. Μετά από τον κατάλληλο συνδυασμό μοντέλων εκμάθησης έχει δημιουργηθεί το μοντέλο “nCOVnet” το οποίο κατατάσσει τις ακτινογραφίες είτε στην κλάση “Covid” είτε στην κλάση “Normal” πετυχαίνοντας ποσοστό ακρίβειας 97,62% σε χρόνο μικρότερο των πέντε δευτερολέπτων. Αν και το ποσοστό αυτό είναι αρκετά ικανοποιητικό, επειδή πρόκειται για θέμα υγείας, δεν είναι ανεκτή η περίπτωση λάθους. Οπότε αν κάποιος ασθενής κριθεί ως υγιής ενώ έχει κορονοϊό η επανένταξη του ελλοχεύει κινδύνους για την υγεία του ίδιου αλλά και των γύρω του.

Άλλες χρήσεις της τεχνητής νοημοσύνης για την αντιμετώπιση του ιού είναι η ανάπτυξη κατάλληλων φαρμάκων σε συνδυασμό με φαρμακευτικά εργαστήρια. Τέλος, χρησιμοποιείται στην αναγνώριση ψευδών ειδήσεων, όσον αφορά τον κορονοϊό, που έχουν κατακλύσει το διαδίκτυο. Η κυκλοφορία των ειδήσεων αυτών μπορεί να προκαλέσει φόβο και σύγχυση στην κοινωνία καθώς τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούν ταχύ τρόπο μετάδοσης πληροφοριών για μεγάλο ποσοστό πληθυσμού. Γι’ αυτό οι περισσότερες πλατφόρμες κοινωνικών δικτύων προσπαθούν να αποτρέψουν την κυκλοφορία κάθε ψευδούς είδησης.



Εικόνα 4: Βασική αρχιτεκτονική CNN μοντέλου για την ανίχνευση κορονοϊού [13]

3.1.3 Blockchain και Covid-19

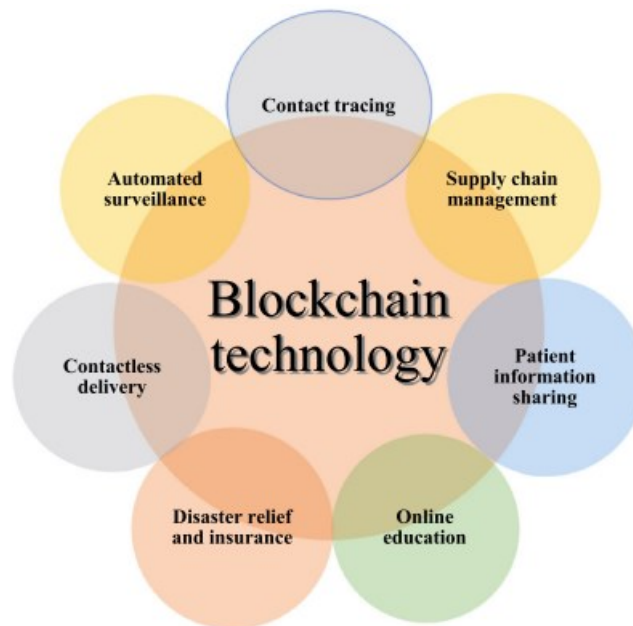
Η τεχνολογία blockchain αποτελείται από ένα δίκτυο ανθρώπων που μοιράζονται κάτι κοινό. Αποτελεί ένα σχετικά ασφαλές σύστημα οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί με λειτουργικό τρόπο για την αντιμετώπιση του κορονοϊού. Στην Εικόνα 5 απεικονίζονται οι τομείς που μπορεί να συνεισφέρει η τεχνολογία blockchain κατά την διάρκεια του κορονοϊού [14].

Όταν ένα άτομο διαγνωστεί με κορονοϊό θα πρέπει να κάνει γνωστή την είδηση στους υπολοίπους για να προφυλαχτούν και να μην υπάρξει περαιτέρω εξάπλωση. Έχουν σχεδιαστεί αρκετές τέτοιες εφαρμογές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία Bluetooth Low Energy (BLE). Οι συσκευές των χρηστών ανιχνεύουν τις κοντινές επαφές και αποθηκεύουν τα δεδομένα σε ένα κεντρικό cloud όπου οι χρήστες δεν έχουν τον έλεγχο των δεδομένων τους. Αντίθετα, με την τεχνολογία blockchain τα δεδομένα αυτά μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα με ανταλλαγή ψευδωνύμων και τον κάθε χρήστη να έχει πλήρη έλεγχο των στοιχείων που μοιράζεται.

Για την καλύτερη επιτήρηση του ιού και την σωστή διαχείριση των τεστ που κατέχει μία χώρα, θα πρέπει να υπάρχει ακριβής πληροφόρηση σχετικά με τον αριθμό τεστ που εκτελούνται καθημερινά αλλά και επίγνωση των αποτελεσμάτων τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί εφαρμόζοντας την φιλοσοφία blockchain. Δηλαδή, μπορούν να εγκατασταθούν διαγνωστικά κέντρα στα οποία θα διανέμενεται συγκεκριμένος αριθμός τεστ και τα οποία θα συνεργάζονται μεταξύ τους λειτουργώντας ως κόμβοι ενός δικτύου με κοινό σκοπό. Ο σκοπός αυτός είναι ο διαμοιρασμός των αποτελεσμάτων ώστε να υπάρχει χαρτογράφηση της εκάστοτε περιοχής σχετικά με τον αριθμό κρουσμάτων για να λαμβάνονται τα αντίστοιχα μέτρα.

Επίσης, λόγω του εγκλεισμού των ανθρώπων αλλά και την αναστολή λειτουργίας τραπεζικών ιδρυμάτων έχουν πάψει οι χρηματικές συναλλαγές. Με την σωστή επιλογή δικτύων blockchain μπορούν να γίνουν γρήγορες και ασφαλείς συναλλαγές. Αρκετοί βέβαια έχουν πέσει θύματα απάτης μεταφέροντας χρήματα σε ψεύτικους λογαριασμούς με ψευδή ονόματα κυρίως για δωρεές. Οι οργανισμοί και οι άνθρωποι ως μονάδες, κυρίως οι εθελοντές συνήθιζαν να ταξιδεύουν σε μέρη τα οποία βρισκόταν σε καταστάσεις ανάγκης και να προσφέρουν την βοήθεια τους. Για να παρακινηθούν περισσότεροι πολίτες ώστε να συμμετέχουν σε δωρεές και να βοηθούν τους συνανθρώπους ιδιαίτερα κατά την περίοδο του κορονοϊού, θα πρέπει να δημιουργηθούν πλατφόρμες blockchain, οι οποίες θα διασφαλίζουν τις ασφαλείς διακινήσεις με διαφάνεια για τον τρόπο που χρησιμοποιούνται τα χρήματα.

Τέλος, μπορεί να βοηθήσει και στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση. Οι online εκπαιδευτικές πλατφόρμες που παρέχονται στους μαθητές παρουσιάζουν αρκετά προβλήματα. Μη ασφαλείς συνδέσεις κατά την διάρκεια της παράδοσης των μαθημάτων, υποκλοπή στοιχείων των μαθητών αλλά και των καθηγητών και αδυναμία αναγνώρισης των μαθητών μέσω των προσωπικών τους κωδικών με αποτέλεσμα να μην μπορούν να δουν τους βαθμούς τους αλλά και τυχόν ηλεκτρονικά έντυπα που τους αφορούν. Τα συστήματα εκπαίδευσης που βασίζονται στην τεχνολογία blockchain μπορούν να λύσουν αρκετά από τα ζητήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, διασφαλίζοντας την πιστοποίηση του κάθε χρήστη και την ασφάλεια των προσωπικών του εγγράφων ώστε να μην γίνονται ορατά από άτομα που δεν έχουν άδεια πρόσβασης.



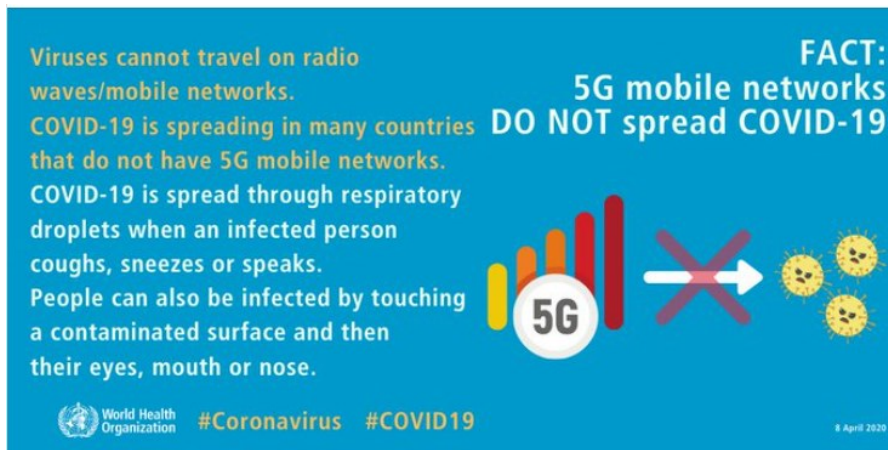
Εικόνα 5: Τομείς που μπορεί να βοηθήσει η τεχνολογία blockchain στην πανδημία [14]

3.1.4 5G και Covid-19

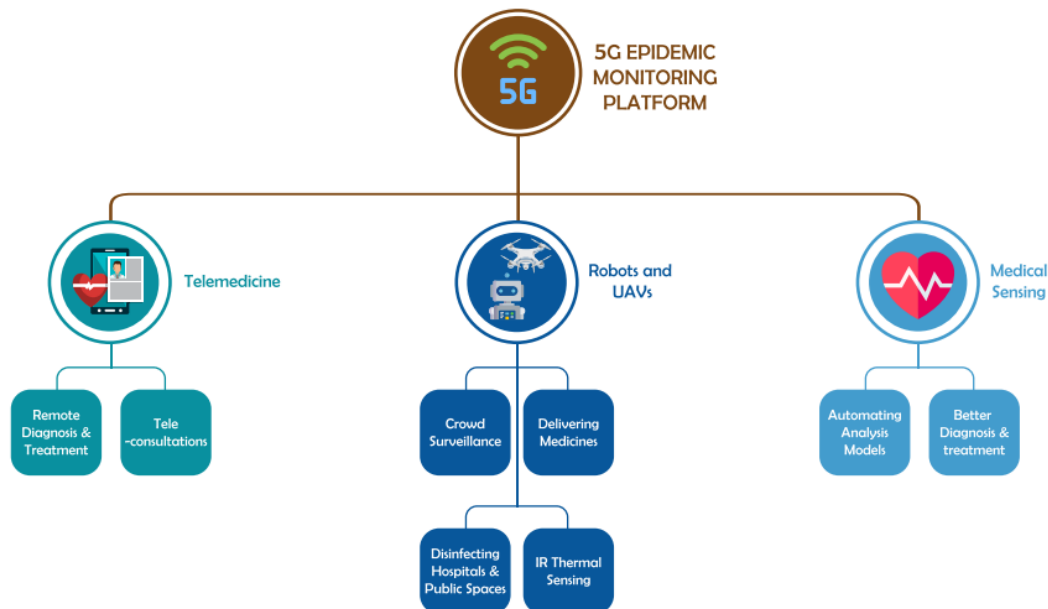
Τα ασύρματα δίκτυα πέμπτης γενιάς (5G) αποτελούν την εξέλιξη των υπαρχόντων 4G δικτύων. Η εμφάνιση του 5G συνέπεσε με την εμφάνιση της πανδημίας, γεννώντας θεωρίες συνομοσίας για αυτήν την κοινή εμφάνιση [15]. Η διάδοση των συνομοσιών αυτών στα κοινωνικά δίκτυα βρήκε αρκετούς υποστηρικτές και έγινε αφορμή για βανδαλισμούς σε κεραιές τηλεπικοινωνιών σε αρκετές χώρες. Ο Π.Ο.Υ. ξεκαθάρισε την θέση του σχετικά με τις συνομοσίες με μία δημοσίευση στην σελίδα του στο Facebook (Εικόνα 6) καθιστώντας σαφές ότι «Ο κορονοϊός δεν μπορεί να μεταφερθεί με ραδιοκύματα ή μέσω τηλεφωνικών δικτύων. Έχει εξαπλωθεί σε πολλές χώρες οι οποίες δεν έχουν δίκτυα 5G. Ο κορονοϊός μεταδίδεται μέσω σταγονιδίων όταν κάποιος βήχει, φτερνίζεται ή μιλάει. Οι άνθρωποι μπορούν να προσβληθούν αγγίζοντας μολυσμένες επιφάνειες και έπειτα τα μάτια, το στόμα ή την μύτη τους».

Αντίθετα, η τεχνολογία 5G με τις νέες δυνατότητες που προσφέρει μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της πανδημίας (Εικόνα 7). Προσφέρει μεγάλες ταχύτητες με πολύ γρήγορο χρόνο απόκρισης και έχει την δυνατότητα υποστήριξης πολλαπλών συνδεδεμένων συσκευών ταυτόχρονα προσφέροντας σταθερή σύνδεση στο διαδίκτυο με μεγαλύτερη ασφάλεια από την υπάρχουσα. Οι εφαρμογές τηλεϊατρικής που έχουν περιγραφεί παραπάνω αλλά και όλες οι ενέργειες που καλούνται να διεκπεραιωθούν από τα ρομπότ και τα drones (κεφάλαιο 2.2) δεν υφίστανται χωρίς την τεχνολογία 5G, ειδικά σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα όπου απαιτούνται εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες. Στην Κίνα, την πρώτη χώρα που εγκαταστάθηκαν δίκτυα 5G, ήδη χρησιμοποιείται σε εφαρμογές τηλεϊατρικής και απομακρυσμένες επεμβάσεις, όπου απαιτούνται συνδέσεις πραγματικού χρόνου με άριστη ποιότητα και ασφάλεια. Είναι απαραίτητη τεχνολογία και για την σωστή επίβλεψη μέσω θερμικών καμερών αφού απαιτείται γρήγορη μετάδοση πληροφοριών.

Η συμβολή της τεχνολογίας στην αντιμετώπιση της νόσου Covid-19



Εικόνα 6: Δημοσίευση Π.Ο.Υ. σχετικά με τον κορονοϊό και το 5G [16]



Εικόνα 7: Συμβολή του 5G στην αντιμετώπιση του κορονοϊού [7]

3.2 Drones & Robots

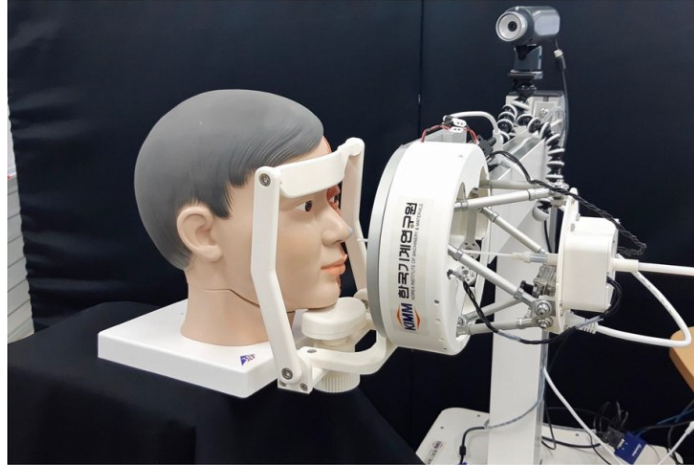
Τα Drones αποδείχθηκαν πολύ χρήσιμα εργαλεία κατά την διάρκεια της πανδημίας με διάφορους τρόπους όπως φαίνεται στην Εικόνα 8 [7]. Η Κίνα ήταν η πρώτη χώρα που ξεκίνησε να τα χρησιμοποιεί και βλέποντας τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν παρασύρθηκαν και πολλές άλλες χώρες όπως η Ινδία, η Αμερική, η Αυστραλία και η Ισπανία. Σε περιόδους αποφυγής των κοινωνικών συναναστροφών, τα drones με την ενσωμάτωση μικροφώνων έχουν την δυνατότητα ενημέρωσης των πολιτών μέσω ανακοινώσεων, την διάδοση προγραμματισμένων μηνυμάτων και την διάλυση του συνωστισμού. Ακόμη, μπορούν να θερμομετρούν άτομα μέσω θερμικών καμερών σαρώνοντας το κάθε άτομο ξεχωριστά. Επίσης, χρησιμοποιούνται για την απολύμανση περιοχών ψεκάζοντας με τα κατάλληλα χημικά και αποτρέποντας με τον τρόπο αυτό την διασπορά του ιού. Τέλος, μπορούν να μεταφέρουν φάρμακα και ιατρικό εξοπλισμό σε νοσοκομεία αλλά και σε άτομα που αντιμετωπίζουν δυσκολίες μετακίνησης.



Εικόνα 8: Χρήση των drones κατά την διάρκεια της πανδημίας [7]

Αν και έχουν πολλαπλά οφέλη κατά την χρήση τους, υπάρχουν και αρκετές αδυναμίες. Από πολλές κυβερνήσεις η χρήση τους είναι αδύνατη λόγω έλλειψης σχετικού νομικού πλαισίου αφού θεωρείται ότι παραβιάζουν την ιδιωτικότητα των πολιτών. Είναι ευάλωτα, αποτελούν εύκολο στόχο από κακόβουλους χρήστες που έχουν στόχο την υποκλοπή στοιχείων και την παραβίαση τους. Επιπλέον, δεν έχουν μπαταρίες με μεγάλη διάρκεια ζωής και χωρητικότητα προμηθειών, μη μπορώντας να πραγματοποιήσουν μεγάλες αποστάσεις και παραδόσεις.

Ακόμη, σε μερικές χώρες γίνεται χρήση ρομπότ με σκοπό την αποφόρτιση και την ασφάλεια του υγειονομικού προσωπικού, με αρμοδιότητα την λήψη δειγμάτων προς εξέταση από πιθανά κρούσματα του ιού, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9 [17]. Τα ρομπότ βοηθούν κυρίως το υγειονομικό προσωπικό στα νοσοκομεία. Προσφέρουν φαγητό και φάρμακα στους ασθενείς για να μην έρθουν σε επαφή με το προσωπικό του εκάστοτε νοσοκομείου και υπάρξει περαιτέρω εξάπλωση. Υπάρχουν και τα τηλερομπότ τα οποία βοηθούν απομακρυσμένα τους ανθρώπους προσφέροντας τις υπηρεσίες τους, δίνοντας θεραπείες, κάνοντας διάγνωση ακόμη και εγχειρήσεις χωρίς καμία ανθρώπινη συμμετοχή. Βέβαια εκτός από τα ρομπότ που παρέχουν “λειτουργική” βοήθεια, υπάρχουν και αυτά που βοηθούν στην ψυχολογική υγεία των ασθενών η οποία βάλλεται σε περιόδους πανδημίας. Όλοι οι άνθρωποι καταβάλλονται από αισθήματα φόβου και αβεβαιότητας καθώς έρχονται αντιμέτωποι με μία πρωτόγνωρη κατάσταση, την οποία δεν ξέρουν με ποιο τρόπο να διαχειριστούν. Ιδιαίτερα οι νοσούντες, αντιμετωπίζουν και τον φόβο της κοινωνικής απομόνωσης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από όσο χρειάζεται. Για να προληφθεί όλη αυτή η κατάσταση, στην Ιαπωνία δημιουργήθηκε ένα τέτοιο κοινωνικό ρομπότ, ο Pao, ο οποίος βοηθά στην μείωση του άγχους κουνώντας τα χέρια και τα πόδια του και βγάζοντας ήχους σαν μικρή θαλάσσια φώκια.



Εικόνα 9: Χρήση ρομπότ για λήψη δείγματος [17]

3.3 Προκλήσεις κατά την χρήση τεχνολογιών ενάντια στην νόσο Covid-19

Αν όλες οι τεχνολογίες που έχουν περιγραφεί παραπάνω λειτουργούσαν άρτια στον αγώνα τους ενάντια στον κορονοϊό, θα υπήρχε καλύτερη οργάνωση και επιτήρηση και λιγότερα θύματα.

Παρακάτω, θα γίνει περιγραφή των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η κάθε τεχνολογία ξεχωριστά.

Για την συγκέντρωση του τεράστιου όγκου των δεδομένων που χρειάζονται, είναι απαραίτητο να υπάρχουν οι σωστές υποδομές σε κάθε πόλη. Ουσιαστικά να λειτουργεί το μοντέλο της “έξυπνης πόλης” με αισθητήρες τοποθετημένους σε διάφορα σημεία της ώστε να συλλέγουν δεδομένα. Στις περισσότερες πόλεις η ιδέα αυτή έχει παγώσει από τις κυβερνήσεις, λόγω του μεγάλου κόστους για την απόκτηση του εξοπλισμού, την βιωσιμότητα και την επιφύλαξη για την ασφάλεια της ιδιωτικότητας των πολιτών. Εκτός από τον μεγάλο αριθμό αισθητήρων που χρειάζονται για να συλλεχθούν σωστά τα δεδομένα κάθε πόλης, άλλο ένα ζήτημα που πρέπει να εξεταστεί είναι η επεξεργασία ετερογενών δεδομένων (δεδομένα που προέρχονται από θερμικές κάμερες, αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες εντοπισμού θέσης, αισθητήρες smartphone) και η διοχέτευση τους στο ίδιο δίκτυο IoT. Ιδιαίτερα σε περιόδους πανδημίας, όπου ο πληθυσμός είναι περισσότερο ευάλωτος, τα στοιχεία που διαμοιράζονται πρέπει να είναι αληθή για να μην υπάρχει πανικός. Οι διαφορετικές πηγές των δεδομένων και ο τρόπος εμφάνισης τους, κάνουν τα δεδομένα αναξιόπιστα και σε μερικές περιπτώσεις άχρηστα, αφού δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σωστά και να οδηγήσουν σε ορθές αποφάσεις. Για να καρπωθούν περισσότερες χώρες τα οφέλη του IoT, είναι αναγκαίο να δοθεί λύση από ειδικούς πάνω στα συστήματα IoT που θα προσφέρουν επεκτασιμότητα, ασφάλεια, ιδιωτικότητα αλλά και τρόπο κατάλληλης διαχείρισης των δεδομένων.

Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσαν να προσφέρουν πολλά για την αντιμετώπιση του κορονοϊού όμως υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί στην δημιουργία των εφαρμογών τους. Για να εκπαιδευτούν σωστά οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, είναι απαραίτητο να υπάρχουν αρκετά δεδομένα που θα επιφέρουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το γεγονός ότι η πανδημία του κορονοϊού είναι μία εντελώς νέα κατάσταση και δεν υπάρχουν καταγραφές παλαιότερων δεδομένων και πληροφοριών προς εξερεύνηση, καθιστά αρκετά μοντέλα μηχανικής μάθησης ανεπαρκή. Ακόμη, τα δεδομένα που συλλέγονται και δημοσιεύονται σε πλατφόρμες ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον καθένα (open source platforms) συχνά περιέχουν θόρυβο είτε συλλέγονται κάποια

συγκεκριμένη χρονική στιγμή, που σημαίνει ότι είναι δύσκολα στην επεξεργασία και υπάρχει περίπτωση τα αποτελέσματά τους να είναι ακραία και όχι γενικευμένα. Τέλος, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την επιτήρηση του πλήθους φαίνεται ότι παραβιάζει την ιδιωτική ζωή των ανθρώπων – με την χρήση θερμικών καμερών, την αναγνώριση προσώπων, την πρόβλεψη κρουσμάτων – αν και σε περιόδους υγειονομικής κρίσης ο κοινός στόχος της αντιμετώπισης του ιού υπερέχει.

Σχετικά με την τεχνολογία blockchain υπάρχουν αρκετές τεχνικές και μη τεχνικές προκλήσεις. Αρχικά, η τεχνολογία blockchain είναι μία σχετικά νέα τεχνολογία και πολλοί είναι αυτοί που την έχουν συνδέσει με τα κρυπτονομίσματα και γενικότερα με παράνομες ενέργειες, γεγονός που δεν ισχύει αν χρησιμοποιηθεί σωστά. Σημαντικό μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι οι πλατφόρμες blockchain που είναι διαθέσιμες είναι ελάχιστες και δεν προσφέρουν περαιτέρω επεκτασιμότητα. Αν και κύριο χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η απουσία κάποιας αρμόδιας αρχής για τις συναλλαγές που λαμβάνουν μέρος, μερικές φορές δημιουργεί πρόβλημα η έλλειψη μίας πιστοποιημένης αρχής, ιδιαίτερα όταν διαμοιράζονται προσωπικές ιατρικές πληροφορίες. Παρόλο αυτά αποτελεί μία νέα πολλά υποσχόμενη τεχνολογία.

Τέλος, η τεχνολογία 5G έχει εμφανιστεί παράλληλα με την εμφάνιση της πανδημίας, οπότε πρακτικά ήταν αδύνατο να προϋπάρχει για να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό βέβαια με τις άλλες τεχνολογίες (τεχνητή νοημοσύνη, IoT, robots, drones). Αφού λοιπόν βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο η έλλειψη υποδομών σε συνάρτηση με το υψηλό κόστος εγκατάστασης της έχουν καταστήσει δύσκολη την ανάπτυξή της. Επίσης, αν και έχουν λυθεί ζητήματα που αφορούν την διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων των ασθενών υπάρχουν ακόμη πολλά ζητήματα ασφάλειας προς επίλυση. Η υπόσχεση για γρηγορότερες, ασφαλέστερες και πιο σταθερές συνδέσεις στο διαδίκτυο κάνουν την προσμονή για την ανάδειξη νέων εφαρμογών ακόμη μεγαλύτερη.

Κεφάλαιο 4ο:

Εφαρμογές για την αντιμετώπιση της Πανδημίας

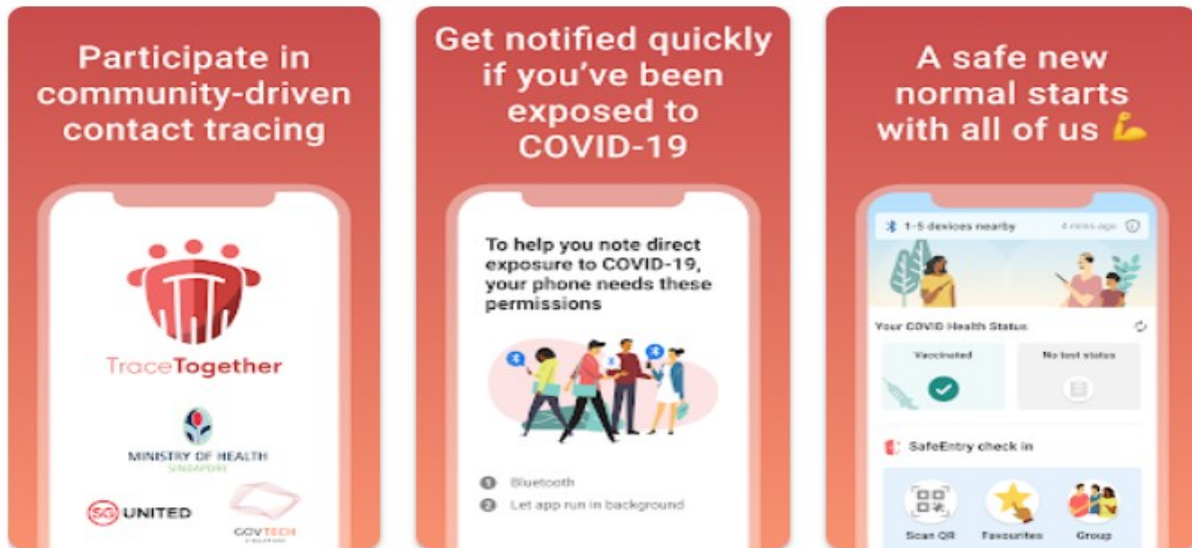
4.1 Εφαρμογές για κινητές συσκευές

Οι εφαρμογές κινητών συσκευών έχουν ως κύριο στόχο την επιτήρηση των χρηστών τους και την προστασία του κοινωνικού συνόλου. Αφού οι χρήστες τις έχουν συνεχώς μαζί τους, μπορούν με την χρήση τεχνολογιών, όπως Bluetooth και GPS, να γνωρίζουν την θέση του χρήστη και αν έρθει σε επαφή με ύποπτο κρούσμα να λαμβάνει ειδοποίηση και να τηρεί τα απαραίτητα μέτρα. Στην προσπάθεια ανίχνευσης και ελέγχου του πληθυσμού έχουν δημιουργηθεί αρκετές εφαρμογές από κυβερνήσεις και οργανισμούς, οι οποίες απαιτούν την αποδοχή από το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού για να είναι αποτελεσματικές. Αντίθετα, πολλοί είναι αυτοί που είναι διστακτικοί ως προς την εγκατάσταση μίας τέτοιας εφαρμογής γιατί δεν επιθυμούν τον διαμοιρασμό προσωπικών τους πληροφοριών. Παρακάτω, εξετάζονται μερικές από τις πιο γνωστές εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί.

4.1.1 TraceTogether

Η εφαρμογή TraceTogether κυκλοφόρησε στις 20 Μαρτίου 2020 από την κυβέρνηση της Σιγκαπούρης και δημιουργήθηκε από τον Κυβερνητικό Οργανισμό Τεχνολογίας (GovTech) της χώρας σε συνεργασία με το Υ.Υ. (Υπουργείο Υγείας). Είναι διαθέσιμη για συσκευές Android και iOS [18]. Χρησιμοποιεί την τεχνολογία Bluetooth έτσι ώστε να εντοπίζει τα άτομα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση – μικρότερη των δέκα μέτρων – για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Βασική προϋπόθεση είναι τα άτομα να έχουν κατεβάσει την εφαρμογή στην κινητή τους συσκευή και να είναι ανοιχτή στο προσκήνιο. Έπειτα ανταλλάσσουν κρυπτογραφημένα προσωρινά IDs, τα οποία παραμένουν αποθηκευμένα στις συσκευές για 21 μέρες. Αν κάποιο άτομο διαγνωστεί θετικά με κορονοϊό, τότε η πληροφορία μεταφέρεται στην εφαρμογή από το Υ.Υ. και τα άτομα που χαρακτηρίζονται ως στενές επαφές τίθενται σε καραντίνα. Η εφαρμογή - ήταν η πρώτη που κυκλοφόρησε με σκοπό την αντιμετώπιση της πανδημίας - υπήρξε ιδιαίτερα δημοφιλής καθώς την εγκατέστησαν περισσότεροι από 620.000 κάτοικοι μέσα σε διάστημα τριών ημερών. Στην Εικόνα 10 φαίνονται τα αρχικά στιγμιότυπα της εφαρμογής.

Βέβαια, οι χρήστες δεν παρέμειναν μόνο στα θετικά σχόλια και την αποδοχή της εφαρμογής, αλλά υπήρξαν και πολλές αντιδράσεις για παραβίαση προσωπικών δεδομένων και έλεγχο των κινητών συσκευών των πολιτών. Για να αποφευχθεί και η παραμικρή υπόνοια για τον έλεγχο και την παραβίαση της ιδιωτικής ζωής τους η κυβέρνηση της Σιγκαπούρης κινητοποιήθηκε για να καθησυχάσει τους πολίτες της. Για να το καταφέρει αυτό και να κερδίσει την εμπιστοσύνη τους διέθεσε ανοιχτά τον κώδικα της εφαρμογής στο ευρύ κοινό.

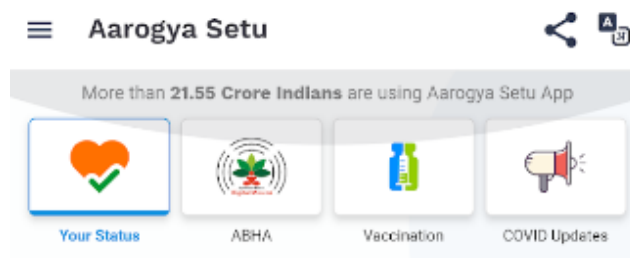


Εικόνα 10: Στιγμιότυπα εφαρμογής TraceTogether [19]

4.1.2 Aarogya Setu

Η εφαρμογή Aarogya Setu αναπτύχθηκε από το Εθνικό Κέντρο Πληροφορικής, το οποίο υπάγεται στο Υπουργείο Ηλεκτρονικής και Πληροφορικής της κυβέρνησης της Ινδίας [20]. Είναι διαθέσιμη για συσκευές Android και iOS σε δώδεκα Ινδικές γλώσσες. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες Bluetooth και GPS ώστε να ανιχνεύει και να εντοπίζει τις αντιδράσεις των χρηστών και στέλνει ειδοποίηση αν κάποιος χρήστης έχει έρθει σε επαφή με κρούσμα του ιού. Για να χρησιμοποιήσει κάποιος την εφαρμογή θα πρέπει να συνδεθεί με τον αριθμό του κινητού του και να τον επιβεβαιώσει με κωδικό μιας χρήσης (One Time Password - OTP).

Ουσιαστικά, η εφαρμογή χωρίζεται σε τέσσερα μέρη-ενότητες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 11 [21]. Η ενότητα “Η κατάστασή σου” αποτελείται από μία φόρμα την οποία καλείται να συμπληρώσει ο χρήστης με πληροφορίες όπως όνομα, ηλικία, επάγγελμα και ταξιδιωτικό ιστορικό για τις τελευταίες τριάντα μέρες. Υπάρχει η ενότητα “Τεστ Αυτοαξιολόγησης” όπου ο χρήστης καλείται να απαντήσει κάποιες ερωτήσεις σχετικά με την υγεία του ή τυχόν συμπτώματα που μπορεί να έχει. Βάσει των απαντήσεων του η εφαρμογή του δείχνει σε τι επίπεδο επικινδυνότητας βρίσκεται - πόσες είναι οι πιθανότητες να έχει κολλήσει κορονοϊό - κατατάσσοντας τον είτε στην πράσινη (καμία επικινδυνότητα), είτε στην κίτρινη (χαμηλή επικινδυνότητα), είτε στην πορτοκαλί ζώνη (υψηλή επικινδυνότητα). Ακόμη, υπάρχει η ενότητα με τις ενημερώσεις σχετικά με τα κρούσματα στην χώρα αλλά και σε εθνικό επίπεδο και η ενότητα “E-Pass” από την οποία υπάρχει η δυνατότητα αιτήματος άδειας μετακίνησης σε περιπτώσεις ανάγκης. Κατά την χρήση της εφαρμογής αυτής μοιράζονται πολλά προσωπικά δεδομένα των χρηστών. Για να προστατευτούν όλες αυτές οι ιδιωτικές πληροφορίες υπάρχουν μοναδικά IDs για κάθε συσκευή και οι πληροφορίες διαγράφονται κάθε τριάντα μέρες. Τέλος, η κυβέρνηση έχει κοινοποιήσει τον κώδικα της εφαρμογής έτσι ώστε να πετύχει διαφάνεια. Η εφαρμογή αυτή έχει αρκετά κοινά χαρακτηριστικά με την εφαρμογή TraceTogether καθώς και οι δύο εφαρμογές χρησιμοποιούν την τεχνολογία των Bluetooth για να ανταλλάσσουν κρυπτογραφημένα IDs ώστε να επιτευχθεί η ανίχνευση των συσκευών που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Όμως, στην εφαρμογή Aarogya Setu τα IDs ανανεώνονται κάθε ένα τέταρτο, γεγονός που την καθιστά πιο εύρωστη.



Εικόνα 11 : Στιγμιότυπο οθόνης Aarogya Setu [21]

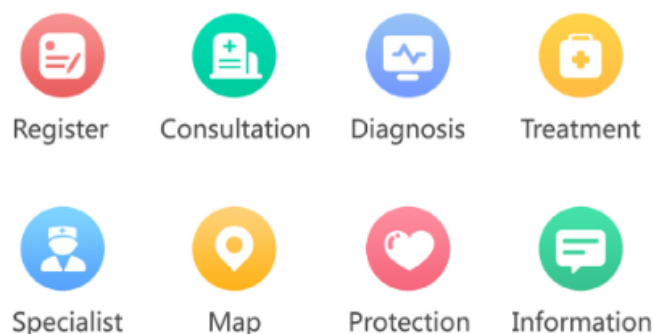
4.1.3 Hamagen

Η εφαρμογή ανίχνευσης επαφών Hamagen δημιουργήθηκε στο Ισραήλ, έχει εγκριθεί από το Υ.Υ. της χώρας και είναι διαθέσιμη σε Android και iOS [22]. Για να είναι χρήσιμη η εφαρμογή θα πρέπει ο χρήστης να την έχει συνεχώς ανοιχτή στο προσκήνιο. Η εφαρμογή κρατά δεδομένα σχετικά με την τοποθεσία του χρήστη. Αν κάποιος χρήστης προσβληθεί από τον ιό, στέλνεται ειδοποίηση σε όσους έχουν βρεθεί σε κοντινή απόσταση με αυτόν. Αν όντως ισχύει η ταυτοποίηση και ο χρήστης δεχτεί την ειδοποίηση, ότι βρισκόταν σε συγκεκριμένο σημείο, συγκεκριμένη ώρα (δηλαδή ότι συναντήθηκε με κρούσμα κορονοϊού), τότε του δίνονται οδηγίες σχετικά με τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει για να προστατευτεί, από το Υ.Υ. Αν η ειδοποίηση είναι λανθασμένη, τότε ο χρήστης απλά την παραβλέπει.

Για να διασφαλιστεί η μη παραβίαση προσωπικών δεδομένων έχει διατεθεί ο κώδικας στο ευρύ κοινό και τα δεδομένα τοποθεσίας που συλλέγονται δεν αποστέλλονται σε τρίτους.

4.1.4 nCapp

Η εφαρμογή nCapp δημιουργήθηκε στην Κίνα χρησιμοποιώντας τεχνολογίες IoMT (Internet of Medical Things). Είναι διαθέσιμη για Android και iOS συσκευές και δίνει στους χρήστες οκτώ επιλογές όπως φαίνεται στην Εικόνα 12 [23]. Ο χρήστης μετά την εισαγωγή κάποιων προσωπικών του πληροφοριών απαντά σε ένα ερωτηματολόγιο και αναλόγως με τις απαντήσεις του γίνεται η διάγνωση, τα αποτελέσματα της οποίας ανήκουν σε τρεις κατηγορίες: θετικό, ύποπτο, αρνητικό κρούσμα. Ανάλογα με τα αποτελέσματα δίνονται οδηγίες που θα πρέπει να ακολουθηθούν, από ειδικούς που συμμετέχουν στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τα δεδομένα που παρέχει ο χρήστης. Επίσης, παρέχονται πληροφορίες για τα κρούσματα γύρω από την περιοχή του κάθε χρήστη και τι πρέπει να κάνει για την προστασία του.



Εικόνα 12: Επιλογές εφαρμογής nCapp [23]

4.1.5 MobileDetect

Η εφαρμογή MobileDetect έχει δημιουργηθεί από την εταιρεία DetectaChem που βρίσκεται στο Τέξας και ασχολείται με την κατασκευή συστημάτων ανίχνευσης [17]. Μετατρέπει την κινητή συσκευή του χρήστη σε τεστ ανίχνευσης είτε του ιού στην παρούσα φάση ή γενικότερα ουσιών που ενδέχεται να υπάρχουν στον οργανισμό του (ναρκωτικά και κάθε είδους φάρμακα). Η εφαρμογή παρέχει βίντεο με οδηγίες για την σωστή εφαρμογή του τεστ και λειτουργεί σαρώνοντας ειδικά φακελάκια που παρέχουν υψηλή ακρίβεια και έχουν χαμηλό κόστος. Έτσι ο χρήστης μπορεί να κάνει τεστ στο σπίτι του με ρινικό επίχρισμα και σε λίγα λεπτά τα αποτελέσματα του θα εμφανιστούν στην κινητή του συσκευή. Αν θέλει μπορεί να τα μοιραστεί με κάποιον ειδικό για περαιτέρω πληροφορίες. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ελεγμένη και εγκεκριμένη από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων λόγω της έκτακτης κατάστασης που έχει δημιουργηθεί με σκοπό την αποτροπή της εξάπλωσης του κορονοϊού.

4.1.6 COVIDSafe

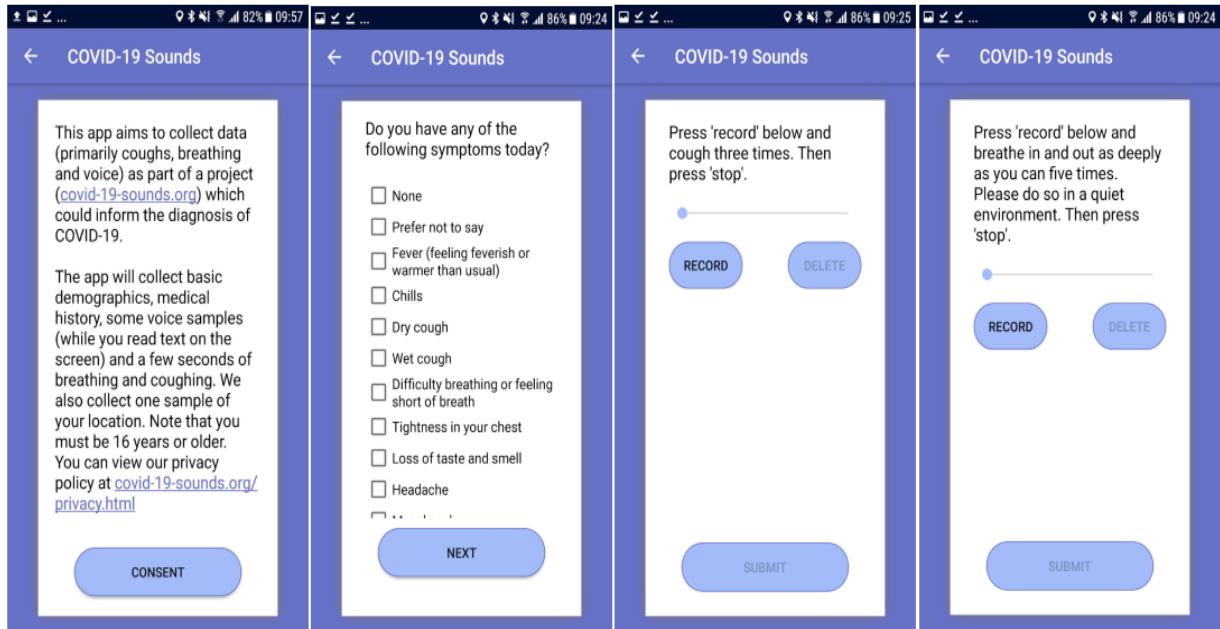
Η εφαρμογή COVIDSafe ανακοινώθηκε από την Αυστραλιανή κυβέρνηση στις 14 Απριλίου 2020. Είναι διαθέσιμη για Android και iOS και αποτελεί την μοναδική εγκεκριμένη εφαρμογή ανίχνευσης επαφών από την Αυστραλιανή κυβέρνηση [24]. Κατά την εγκατάστασή της από τον χρήστη απαιτείται η εισαγωγή ονόματος (μπορεί να είναι και ψευδώνυμο), εύρος ηλικίας, αριθμός τηλεφώνου - για την αποστολή μηνύματος επιβεβαίωσης - και ταχυδρομικός κώδικας. Μετά την εισαγωγή των στοιχείων αυτών, δημιουργείται ένας κρυπτογραφημένος κωδικός για την συγκεκριμένη συσκευή που έχει εγκατασταθεί η εφαρμογή. Για να λειτουργεί η εφαρμογή θα πρέπει να είναι συνεχώς ανοιχτή στο προσκήνιο ώστε να έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει άλλες κοντινές συσκευές μέσω Bluetooth. Κατά την ανίχνευση μιας άλλης συσκευής γίνεται η ανταλλαγή ημέρας, ώρας αλλά και εγγύτητας του χρήστη βάσει του σήματος Bluetooth. Αν κάποιος χρήστης της εφαρμογής βρεθεί θετικός τότε θα ζητηθεί η συγκατάθεση του για να κοινοποιηθεί η πληροφορία αυτή στους υπόλοιπους χρήστες χωρίς να κοινοποιηθούν περαιτέρω στοιχεία.

Η εφαρμογή COVIDSafe δεν καταγράφει την τοποθεσία του χρήστη. Επίσης, όλα τα προσωπικά δεδομένα που μοιράζεται ο χρήστης κρατούνται στην βάση δεδομένων COVIDSafe και θα διαγραφούν μετά το πέρας της πανδημίας όπως έχει ανακοινωθεί από το Υ.Υ. της χώρας.

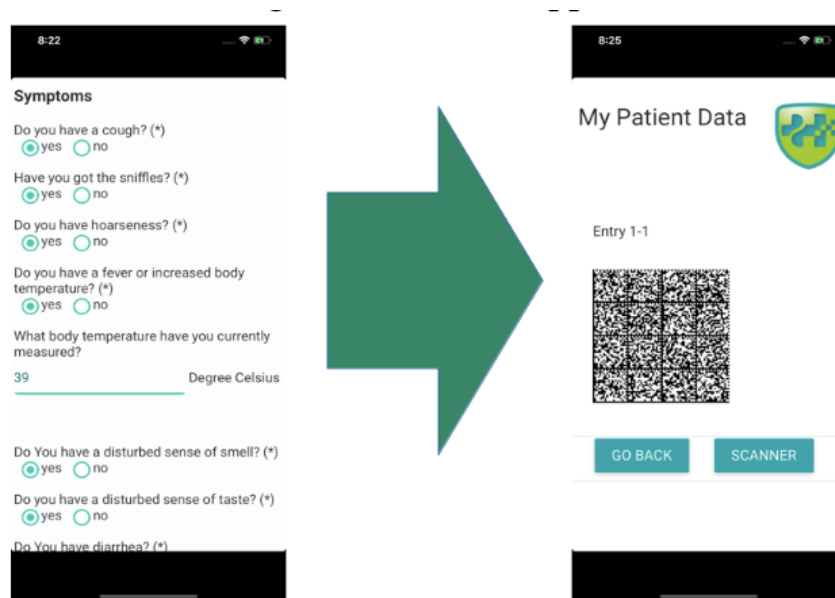
4.1.7 Covid-19 Sound App

Η εφαρμογή Covid-19 Sound App αποτελεί μέρος ενός ερευνητικού προγράμματος του πανεπιστημίου Cambridge, στην Αγγλία [25]. Σκοπός της εφαρμογής είναι να αναπτύξει αλγορίθμους μηχανικής μάθησης που θα ανιχνεύουν αν ο χρήστης έχει προσβληθεί από κορονοϊό βάσει ηχητικών εφέ. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή συλλέγει κάποια δημογραφικά στοιχεία, το ιατρικό ιστορικό του χρήστη, την τοποθεσία του και τυχόν συμπτώματα που μπορεί να εμφανίσει. Έπειτα, ζητά από τον χρήστη να βήξει τρεις φορές, να πάρει βαθιά ανάσα από το στόμα τρεις έως πέντε φορές και να διαβάσει μία πρόταση τρεις φορές. Ο χρήστης δηλώνει μόνος του σύμφωνα με το διαγνωστικό τεστ που έχει κάνει αν είναι θετικός ή αρνητικός στον ιό. Όλες οι παραπάνω ενέργειες παρατηρούνται στην Εικόνα 13. Η εφαρμογή συλλέγει δεδομένα μόνο όταν είναι ενεργή και δεν καταγράφει τους χρήστες. Σκοπός είναι η συμμετοχή πολλών χρηστών έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα αρκετά μεγάλο σύνολο δεδομένων που θα βοηθήσει στην διεξαγωγή της έρευνας.

Το σύνολο των δεδομένων αυτών δεν έχει κοινοποιηθεί καθώς η φωνή μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί, πρόκειται για ευαίσθητες πληροφορίες. Όμως, τα ανώνυμα δεδομένα μπορούν να διατεθούν έπειτα από αίτημα και μόνο για ερευνητικούς σκοπούς.



Εικόνα 13: Αρχικές οθόνες εφαρμογής Covid-19 Sound app [25]



Εικόνα 14: Στιγμιότυπο της εφαρμογής My Patient Data [26]

4.1.8 My Patient Data

Η εφαρμογή My Patient Data δημιουργήθηκε από την εταιρεία Hippokrates IT GmbH, η οποία είναι εταιρεία τεχνοβλαστός του πανεπιστημίου του Μόναχο στην Γερμανία. Είναι διαθέσιμη σε Android και iOS [26]. Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με το αν έχει παρατηρήσει κάποια συμπτώματα κορονοϊού. Όλες αυτές οι πληροφορίες φορτώνονται σε ένα barcode (Εικόνα 14), το οποίο ο χρήστης μπορεί να μοιραστεί με τον προσωπικό του γιατρό χωρίς να χρειάζεται κάποια σύνδεση στο διαδίκτυο. Επίσης, μπορεί και ο γιατρός του να προσθέσει δεδομένα, όπως εργαστηριακές εξετάσεις και να αποθηκευτούν όλα στο barcode.

Τα δεδομένα των χρηστών αποθηκεύονται σε κρυπτογραφημένη μορφή μόνο στις κινητές συσκευές του χρήστη. Έτσι ο χρήστης-ασθενής μπορεί να έχει μαζί του πάντα τον ιατρικό του φάκελο και να κρατά αντίγραφα ασφαλείας ανά τακτά χρονικά διαστήματα για να αποφευχθεί η περίπτωση απώλειας.

4.1.9 Coronika - Your Corona Diary

Η εφαρμογή Coronika - Your Corona Diary δημιουργήθηκε από την εταιρεία Kreativzirkel Design Studio που βρίσκεται στο Ντίσελντορφ της Γερμανίας. Είναι διαθέσιμη σε Android και iOS [27]. Λειτουργεί σαν ένα ημερολόγιο όπως δηλώνει κατά την εγκατάσταση της – Εικόνα 15. Ο χρήστης θα πρέπει να καταγράφει με ποιον έχει βρεθεί και σε ποια τοποθεσία ώστε αν βγει θετικός να ενημερώσει τις αρμόδιες αρχές και εκείνες με την σειρά τους να γνωρίζουν ποιους πρέπει να ειδοποιήσουν. Ακόμη, η εφαρμογή δίνει χρήσιμες συμβουλές υγιεινής και υπενθυμίζει στον χρήστη να πλένει τακτικά τα χέρια του έτσι ώστε να αποφευχθεί η εξάπλωση του ιού. Τέλος, δεν κρατά τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη αφού όλες οι πληροφορίες κρατούνται τοπικά στη συσκευή του.



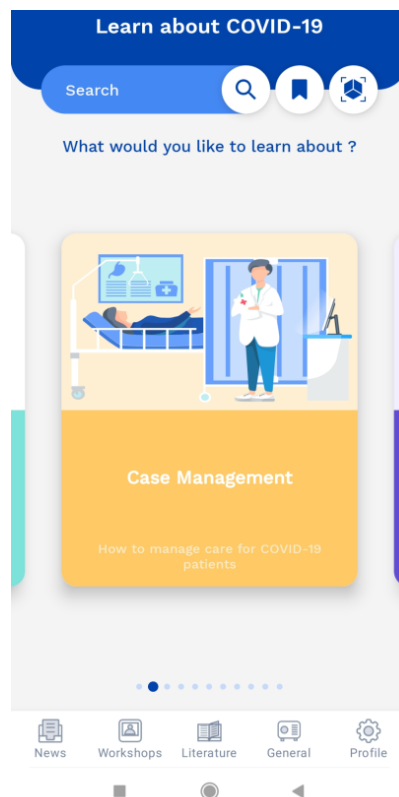
Εικόνα 15: Αρχική οθόνη εφαρμογής Coronika [27]

4.1.10 ViruSafe

Η εφαρμογή ViruSafe έχει εγκριθεί από την κυβέρνηση της Βουλγαρίας και έχει δημοσιευθεί στις 7 Απριλίου 2020, όντας διαθέσιμη για Android και iOS συσκευές [28]. Οι χρήστες μπορούν καθημερινά να ενημερώνουν σχετικά με τα συμπτώματά τους και την κατάσταση της υγείας τους έτσι ώστε το Υ.Υ. να έχει εικόνα για την εξάπλωση της πανδημίας στην χώρα. Ο χρήστης μπορεί εθελοντικά να εισάγει την τοποθεσία του έτσι ώστε να ειδοποιείται όταν βρίσκεται σε κάποια περιοχή υψηλού κινδύνου. Επίσης, η εφαρμογή ενημερώνει τους χρήστες με όλα τα νέα σχετικά με τον κορονοϊό και τους παρέχει συμβουλές. Όλα τα προσωπικά δεδομένα που παρέχουν οι χρήστες είναι προσπελάσιμα μόνο από το Υ.Υ. και τα εξουσιοδοτημένα κρατικά ιδρύματα.

4.1.11 WHO Academy

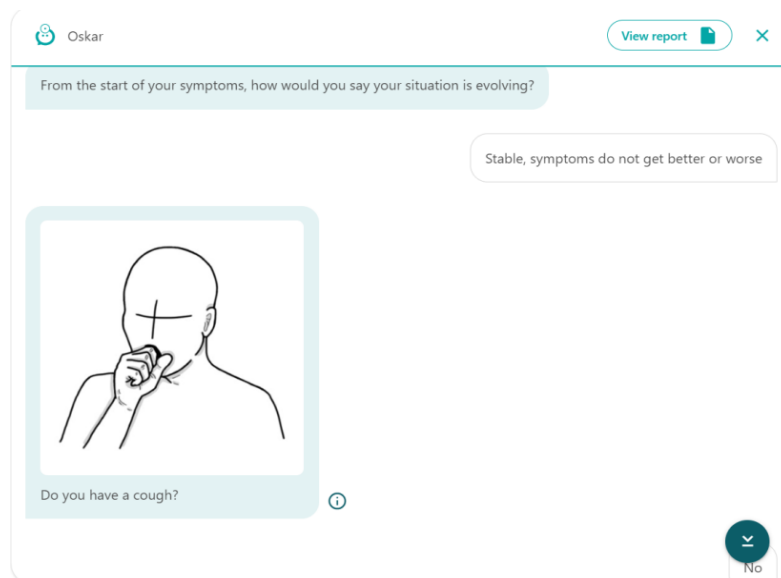
Η εφαρμογή WHO Academy είναι η επίσημη εφαρμογή εκμάθησης του Π.Ο.Υ. για τους εργαζόμενους στον τομέα της υγείας σχετικά με τον κορονοϊό [29]. Είναι διαθέσιμη για Android και iOS συσκευές. Παρέχει χρήσιμες συμβουλές στους εργαζόμενους σχετικά με τον τρόπο περίθαλψης των ασθενών τους αλλά και την δική τους προστασία, ενημερώνοντας τους με τα τελευταία νέα για την πανδημία. Επίσης, υπάρχουν πολλά σεμινάρια τα οποία μπορούν να παρακολουθήσουν οι χρήστες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 16, με εικονικά εργαστήρια αλλά και πολλά άρθρα στα οποία μπορούν να περιηγηθούν ανάλογα με το θέμα αναζήτησης που τους ενδιαφέρει. Επίσης παρέχονται οδηγίες με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας σχετικά με το πώς μπορεί να βάλει ο χρήστης (εργαζόμενος υγείας) τον προστατευτικό εξοπλισμό (Εικόνα 17).



Εικόνα 16: Στιγμιότυπο εφαρμογής WHO Academy [29]



Εικόνα 17: Οδηγίες για τον προστατευτικό εξοπλισμό με χρήση AR(Augmented Reality) [29]



Εικόνα 18: Στιγμιότυπο εφαρμογής Mediktör [30]

4.1.12 Mediktör

Η εφαρμογή Mediktör έχει δημιουργηθεί από την εταιρεία Teckel Medical που βρίσκεται στην Ισπανία [30]. Με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και βάσει των απαντήσεων του χρήστη σχετικά με συμπτώματα του (Εικόνα 18), του συστήνει τα επόμενα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει αλλά εμφανίζει και τις πιθανές ασθένειες από τις οποίες υπάρχει πιθανότητα να έχει

προσβληθεί ο χρήστης. Είναι διαθέσιμη σε Android και iOS αλλά και desktop και αποτελεί έναν ολοκληρωμένο ιατρικό βοηθό.

4.1.13 TousAntiCovid

Η εφαρμογή TousAntiCovid κυκλοφόρησε στις 2 Ιουνίου 2020 υπό την επίβλεψη του Υ.Υ. και του υπουργείου Ψηφιακών Υποθέσεων της Γαλλίας [31]. Είναι διαθέσιμη για συσκευές Android και iOS και βοηθά στην καταπολέμηση της εξάπλωσης του κορονοϊού. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή χρησιμοποιεί την τεχνολογία Bluetooth για να ανιχνεύει συσκευές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Αν ο χρήστης βρεθεί κοντά σε κάποιον άλλον που έχει βρεθεί θετικός θα λάβει σχετική ειδοποίηση. Τα διαγνωστικά κέντρα παρέχουν έναν κωδικό ο οποίος είτε σκανάρεται είτε γράφεται χειροκίνητα για να σταλεί αυτόματη ειδοποίηση σε όλους τους χρήστες της εφαρμογής που έχουν βρεθεί κοντά στον θετικό χρήστη. Κατά τις ενημερώσεις της εφαρμογής που έχουν γίνει ο χρήστης μπορεί να εισάγει το πιστοποιητικό εμβολιασμού του είτε το αρνητικό του τεστ για να μπορεί να εισέρχεται σε κλειστούς χώρους και καταστήματα. Τέλος, λαμβάνει καθημερινά τα τελευταία νέα σχετικά με τον ιό. Η εφαρμογή λειτουργεί σύμφωνα με τις διατάξεις περί προσωπικών δεδομένων και δεν “κρατά” τις προσωπικές πληροφορίες του χρήστη.

4.1.14 Immuni

Η εφαρμογή Immuni κυκλοφόρησε στις 30 Απριλίου 2020 υπό την επίβλεψη της Ιταλικής κυβέρνησης και είναι διαθέσιμη σε Android και iOS [32]. Χρησιμοποιεί την τεχνολογία Bluetooth έτσι ώστε να ανιχνεύει τις κοντινές συσκευές ανταλλάσσοντας ανώνυμα IDs τα οποία ανανεώνονται πολλές φορές για να μην υπάρχει κίνδυνος ασφάλειας. Όποτε αν υπάρχει κάποιος χρήστης που έχει διαγνωστεί θετικός ανεβάζει την πληροφορία αυτή και προστατεύει τους γύρω του. Η εφαρμογή δεν ζητά προσωπικές πληροφορίες από τον χρήστη όπως όνομα, τηλέφωνο ή διεύθυνση αλλά ούτε κρατά την τοποθεσία του χρήστη. Το μόνο δεδομένο που “γνωρίζει” είναι ότι έχει πραγματοποιηθεί συνάντηση μεταξύ δύο χρηστών αλλά όχι ποιοι είναι αυτοί οι χρήστες και που συναντήθηκαν. Από τον Ιούνιο του 2021, έχει προστεθεί επιπλέον η δυνατότητα να εισάγει ο χρήστης στην εφαρμογή την πιστοποίηση του (εμβολιασμός ή αρνητικό τεστ) για να επιδεικνύει τον μοναδικό κωδικό qr όποτε του ζητηθεί. Το Υ.Υ. είναι αυτό που κρατά τα δεδομένα που συλλέγονται από την εφαρμογή, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για επιστημονική έρευνα.

4.1.15 StayHomeSafe

Την εφαρμογή StayHomeSafe εισηγήθηκε η κυβέρνηση ειδικής διοικητικής περιοχής του Χονγκ Κονγκ [33]. Είναι μία εφαρμογή που χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια υποχρεωτικής καραντίνας των ατόμων είτε επειδή έχουν κολλήσει κορονοϊό είτε επειδή καταφθάνουν στο Χονγκ Κονγκ από άλλο τόπο. Κατά την άφιξή τους, τους δίνεται να φορέσουν ένα βραχιόλι με κωδικό qr. Μόλις φτάσουν στο μέρος όπου θα βρίσκονται καραντίνα τους δίνονται οδηγίες για την εγκατάσταση της εφαρμογής σκανάροντας τον κωδικό qr. Για να ενεργοποιηθεί η εφαρμογή χρησιμοποιεί γεωγραφικά δεδομένα καθώς ζητά από τον χρήστη να περπατήσει με την κινητή του συσκευή στον χώρο έτσι ώστε να καθοριστεί η περιοχή όπου βρίσκεται υπό περιορισμό. Αν διαφύγει της περιοχής αυτής χωρίς άδεια, αλλάζοντας κάποια από τα σήματα που έχουν ανιχνευθεί όσο είναι ενεργή η εφαρμογή, η κυβέρνηση θα λάβει περαιτέρω μέτρα όπως ελέγχους και επιπλήξεις. Η εφαρμογή παρόλο που καταγράφει περιβαλλοντικά σήματα (Bluetooth, WiFi, τοποθεσία) δεν συλλέγει προσωπικά δεδομένα. Ο χρήστης μπορεί να απεγκαταστήσει την εφαρμογή και να καταστρέψει το βραχιόλι του μόνο μετά το τέλος της καραντίνας του.

4.1.16 Civitas

Η εφαρμογή Civitas έχει δημιουργηθεί στον Καναδά και είναι διαθέσιμη για Android και iOS συσκευές. Έχει ως στόχο να βοηθήσει στην μείωση της εξάπλωσης του κορονοϊού [17]. Κατά τις περιόδους απαγόρευσης της κυκλοφορίας, όπως είναι γνωστό, υπάρχει συγκεκριμένος αριθμός ατόμων που μπορούν να βρίσκονται μέσα σε κάποιο κατάστημα. Για να μην δημιουργούνται ουρές έξω από τα καταστήματα, ο χρήστης της εφαρμογής – η οποία επικοινωνεί με τις αρχές – στέλνει το αίτημα του για έξοδο και λαμβάνει ως απάντηση την ώρα που μπορεί να μεταβεί στο κατάστημα της επιλογής του χωρίς να διατρέχει κάποιο κίνδυνο λόγω συνωστισμού. Η εφαρμογή αυτή είναι πολύ χρήσιμη για τους ηλικιωμένους αλλά και για άτομα με χρόνια προβλήματα καθώς ανήκουν στις ομάδες υψηλού κινδύνου. Επιπλέον, η εφαρμογή διαθέτει και την επιλογή της επικοινωνίας του χρήστη με κάποιον ειδικό για την επίβλεψη της υγείας του αν αισθανθεί την ανάγκη ιατρικής παρακολούθησης.

4.1.17 Social Media

Σύμφωνα με έρευνα [34], που έγινε τον Ιούλιο του 2022, 4,7 δισεκατομμύρια άνθρωποι είναι συνδεδεμένοι στα κοινωνικά δίκτυα, ποσοστό που αγγίζει το 59% του πληθυσμού παγκοσμίως. Οπότε, γίνεται αμέσως κατανοητό ότι τα κοινωνικά δίκτυα αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την αντιμετώπιση της πανδημίας. Πολλοί γιατροί όλων των ειδικοτήτων οργανώνουν τα ραντεβού τους διαδικτυακά αποφεύγοντας με τον τρόπο αυτό την άμεση επαφή και μειώνοντας τον κίνδυνο εξάπλωσης. Η πιο γνωστή εφαρμογή για την συγκεκριμένη χρήση είναι το WhatsApp [17].

4.2 Εφαρμογές Desktop

Βέβαια, έχουν δημιουργηθεί και αρκετές εφαρμογές desktop, οι οποίες έχουν κυρίως ως στόχο την παροχή πληροφοριών σχετικά με την πανδημία. Παρακάτω περιγράφονται μερικές από αυτές.

4.2.1 QCovid® risk calculator

Το QCovid είναι ένα μοντέλο πρόβλεψης κινδύνου είτε να έχει κολλήσει κάποιος κορονοϊό και να εισαχθεί στο νοσοκομείο, είτε να κολλήσει κορονοϊό και να πεθάνει [35]. Έχει δημιουργηθεί από το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης χρησιμοποιώντας την βάση δεδομένων QResearch που φιλοξενείται στην Οξφόρδη. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται είναι ανώνυμα και έχουν συλλεχθεί από αρχεία νοσηλευτικών μονάδων, περιλαμβάνουν αποτελέσματα εξετάσεων για τον κορονοϊό και θανάτους. Τα δεδομένα που αρχικά εξετάστηκαν ήταν από τις 24 Ιανουαρίου 2020 έως τις 30 Απριλίου 2020 και έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα έτσι ώστε να δημοσιευτεί η εφαρμογή. Αργότερα έγινε προσθήκη περισσότερων παραγόντων όπως η κατάσταση εμβολιασμού. Βέβαια, για να μην υπάρχει σύγχυση στους απλούς πολίτες, η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο από επαγγελματίες των μονάδων υγείας.

Βάσει των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο η εφαρμογή δίνει αποτελέσματα σχετικά με την επικινδυνότητα να έχει προσβληθεί ο χρήστης από κορονοϊό. Επίσης, βάσει των μεμονωμένων απαντήσεων που έχουν δοθεί δείχνει τα ποσοστά των ατόμων που έχουν παρόμοια στοιχεία όπως φαίνεται στην Εικόνα 19.

4.2.2 GreekCovid

Η ιστοσελίδα GreekCovid περιέχει στατιστικά δεδομένα για τον κορονοϊό στην Ελλάδα [36]. Η αρχική της οθόνη φαίνεται στην Εικόνα 20. Ο χρήστης μπορεί να έχει πλήρη ενημέρωση σχετικά με τον κορονοϊό στην Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει ημερήσια επισκόπηση με τους νέους θανάτους, τα νέα κρούσματα και τους διασωληνωμένους στην χώρα μας και χάρτης με την γεωγραφική κατανομή των κρουσμάτων. Επίσης, ο χρήστης μπορεί να δει τους εμβολιασμούς που έχουν πραγματοποιηθεί ανά δόσεις εμβολίου, την ανοσία ανά περιφέρεια και τα ποσοστά εμβολιασμένων υπαλλήλων ανά υπουργείο, το πλήθος των τεστ ανίχνευσης που έχουν γίνει ανά ημέρα και αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με την εταιρεία εμβολιασμού που έχουν επιλέξει οι πολίτες. Όπως παρατηρείται τελευταία στην λίστα προτίμησης των Ελλήνων είναι η Johnson.

	Absolute risk (a)		Absolute risk with no risk factors and fully vaccinated (b)		Relative risk (a/b)
Risk of catching and being admitted to hospital with COVID-19	0.0009%	1 in 111,111	0.0008%	1 in 125,000	1.12
Risk of catching and dying from COVID-19	0.0001%	1 in 1,000,000	0.0001%	1 in 1,000,000	1.00
Risk of dying from COVID-19 following a positive test result	0.0013%	1 in 76,923	0.0014%	1 in 71,429	0.93

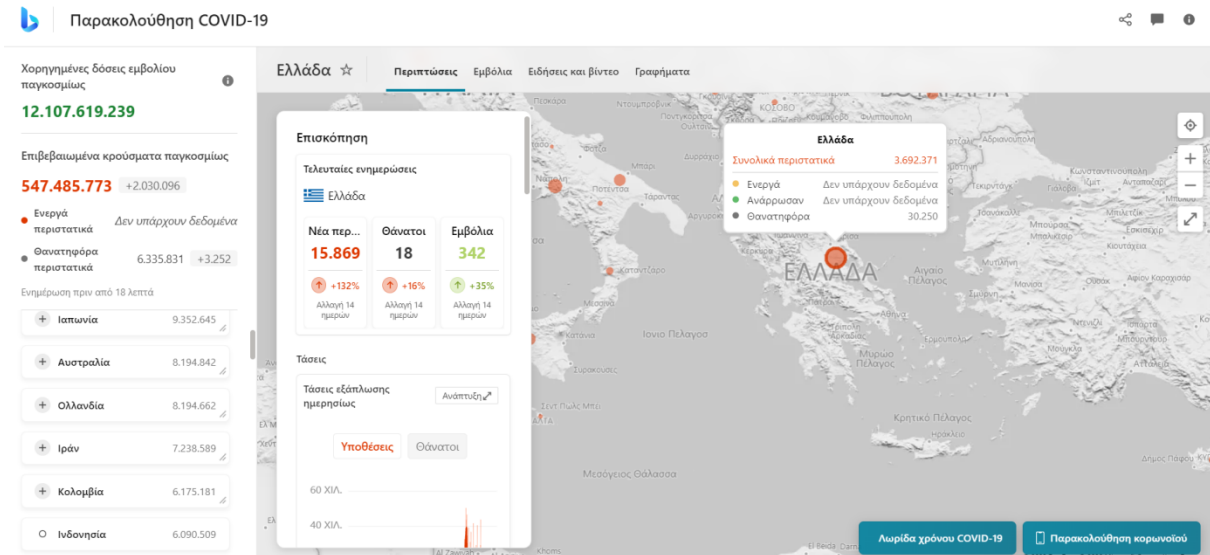
Εικόνα 19: Αποτελέσματα βάσει απαντήσεων στο εργαλείο Qcovid [35]

The screenshot shows the GreekCovid website interface. At the top, there is a dark navigation bar with the site logo and the text 'greekCovid.com | Τα στατιστικά δεδομένα για τον COVID-19 στην Ελλάδα'. Below this, a section titled 'ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ' (Applications) contains four cards:

- Card 1:** 'Αναφορά Κρουσμάτων COVID-19' (COVID-19 Cases Report) from greekcovid.com. It includes 'Στατιστικά Στοιχεία' (Statistics) and 'Ειδικές Κατανομές' (Special Distributions).
- Card 2:** 'Αναφορά Εμβολιαστικής διαδικασίας COVID-19' (COVID-19 Vaccination Process Report) from emvolio.greekcovid.com. It includes 'Στατιστικά Στοιχεία' (Statistics) and 'Γεωγραφική Κατανομή' (Geographical Distribution).
- Card 3:** 'Κατανομή Εμβολίων από Εταιρίες έναντι του COVID-19' (COVID-19 Vaccine Distribution by Companies) from emvolio.greekcovid.com. It includes 'Στατιστικά Στοιχεία Προμηθειών' (Supplier Statistics) and 'Στατιστικά Στοιχεία Δόσεων' (Dose Statistics).
- Card 4:** 'Κατανομή Τεστ Ανίχνευσης του COVID-19' (COVID-19 Test Results Distribution) from tests.greekcovid.com. It includes 'Στατιστικά Στοιχεία Τεστ' (Test Statistics) and 'Στατιστικά Στοιχεία Δείκτη Θεσιμότητας' (Effectiveness Index Statistics).

At the bottom of the page, a footer states: '2021© All rights reserved. Developed by Chris Mountzouris.'

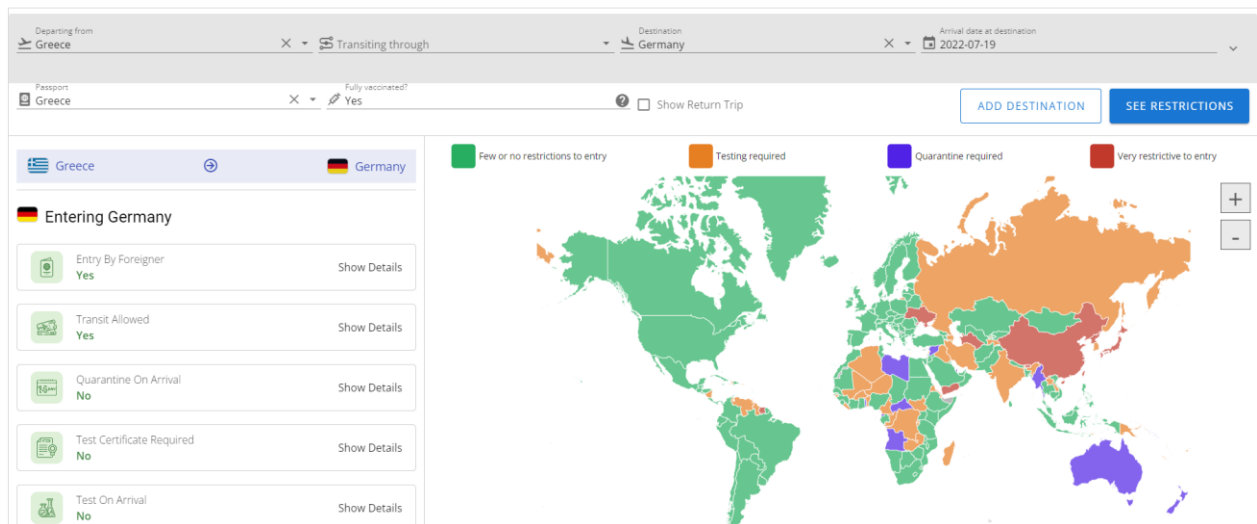
Εικόνα 20: Αρχική οθόνη ιστοσελίδας GreekCovid [36]



Εικόνα 21: Bing COVID-19 Tracker [37]

4.2.3 Bing COVID-19 Tracker

Η Bing COVID-19 Tracker είναι μία ιστοσελίδα της Microsoft που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον κορονοϊό [37]. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να περιηγηθεί σε όλες τις χώρες του χάρτη όπως φαίνεται στην Εικόνα 21 και να αντλήσει πληροφορίες σχετικά με τα κρούσματα, τους θανάτους, τον αριθμό εμβολιασμένων και σε μορφή γραφημάτων ώστε να έχει μία πιο ολοκληρωμένη απεικόνιση. Επίσης πατώντας την καρτέλα ειδήσεις, μπορεί να ενημερωθεί για όλες τις τελευταίες εξελίξεις σχετικά με τον κορονοϊό. Τέλος, μπορεί να αποθηκεύσει τις αγαπημένες τοποθεσίες του για να μπορεί να τις προσπελάσει ευκολότερα την επόμενη φορά που θα τις αναζητήσει.



Εικόνα 22: Αποτελέσματα εφαρμογής μετά την καταχώρηση στοιχείων [38]

4.2.4 Covid Checker

Η ιστοσελίδα Covid Checker έχει δημιουργηθεί από την εταιρεία Sitata που έχει ως κύριο σκοπό την προστασία των ταξιδιωτών [38]. Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει τόπο αναχώρησης,

τόπο άφιξης και ημερομηνία αναχώρησης έτσι ώστε να γνωρίζει ποια μέτρα ισχύουν την τρέχουσα στιγμή στον τόπο που ταξιδεύει, όπως φαίνεται στο παράδειγμα της Εικόνα 22. Μπορεί να ενημερωθεί για όλες τις λεπτομέρειες που αφορούν κάθε ένα μέτρο και να αναζητήσει περισσότερες πληροφορίες σε διάφορους άλλους ιστότοπους που τον οδηγούν οι σύνδεσμοι. Οι πληροφορίες που παρέχει είναι επικαιροποιημένες, οπότε ο χρήστης-ταξιδιώτης έχει συγκεντρωμένα όλα τα τελευταία νέα για την χώρα που πρόκειται να ταξιδέψει.

4.3 Chatbots

Τα chatbots είναι εφαρμογές λογισμικού που χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση μίας συνομιλίας - που μοιάζει ανθρώπινη – ανάμεσα σε έναν χρήστη και μία «μηχανή» μέσω διαδικτύου. Έχουν γίνει γνωστά τα τελευταία χρόνια και χρησιμοποιούνται για διάφορες λειτουργίες [39]. Η πιο συχνή χρήση τους είναι από εταιρείες για την εξυπηρέτηση πελατών, όπως κρατήσεις σε εστιατόρια είτε για αγορά εισιτηρίων, συγκεντρώνοντας τις απαραίτητες πληροφορίες και προσφέροντας στον χρήστη τις κατάλληλες υπηρεσίες βάσει αυτών των πληροφοριών, προσφέροντας μια καλύτερη εμπειρία χρήστη από την απλή συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου, αφού έχει την αίσθηση ότι απέναντί του βρίσκεται ένας άλλος άνθρωπος.

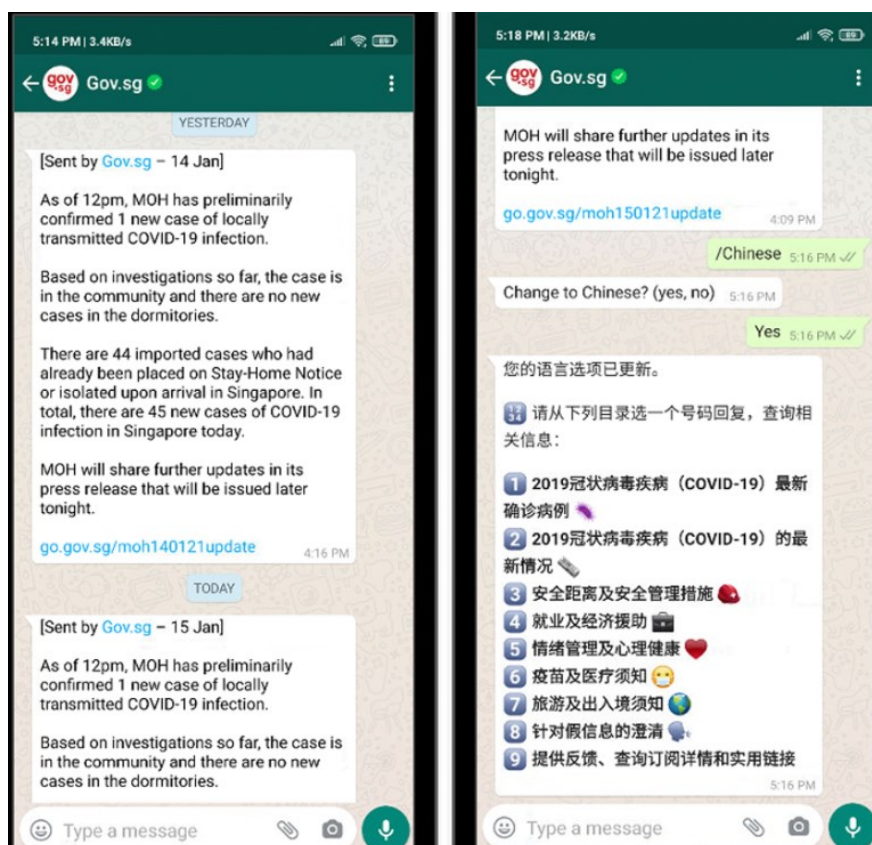
Η κατηγοριοποίηση των chatbots μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους όπως π.χ. ανάλογα με τον σκοπό που έχει (διασκέδαση, παραγωγικότητα, αναζήτηση πληροφοριών, συλλογή πληροφοριών από τους χρήστες) είτε ανάλογα με την «ευφυΐα» του. Ένα chatbot μπορεί να χαρακτηριστεί ως απλό αν οι απαντήσεις του βασίζονται μόνον στην αντιστοίχιση λέξεων – κλειδιών. Σε αυτήν την περίπτωση ο προγραμματιστής θα πρέπει να συμπεριλάβει στον κώδικά του κάθε λέξη – κλειδί για την οποία θέλει να απαντά το chatbot του. Από την άλλη πλευρά υπάρχουν τα έξυπνα chatbots τα οποία βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη και εκπαιδεύονται συνεχώς αναλύοντας κάθε απάντηση που δίνει ο χρήστης.

Κατά την προσπάθεια αντιμετώπισης του κορονοϊού τα chatbots έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλή. Καθώς οι άνθρωποι κάνουν συνεχώς ερωτήσεις σχετικά με τον κορονοϊό, οι οποίες δέχονται τυποποιημένες απαντήσεις όπως π.χ. “Ποια είναι τα συμπτώματα του ιού”, δημιουργήθηκαν τα chatbots για να βοηθήσουν την κατάσταση [40]. Στην προσπάθεια αντιμετώπισης του ιού φαίνεται πως τα chatbots έχουν κερδίσει έδαφος με το chatbot του Π.Ο.Υ. να έχει περισσότερους από 12 εκατομμύρια χρήστες κατά τον πρώτο μήνα λειτουργίας του.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές λειτουργίες για τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα chatbots. Καταρχήν, ο βασικότερος σκοπός ήταν η διάδοση πληροφοριών και γνώσεων σχετικά με τον κορονοϊό. Οι χρήστες δεν έχουν χρονικό περιορισμό προσπέλασης ενός chatbot, μπορούν οποιαδήποτε στιγμή να κάνουν τις ερωτήσεις που θέλουν και να πάρουν μία άμεση απάντηση χωρίς να βρίσκονται σε αναμονή και να περιμένουν την σειρά τους για να εξυπηρετηθούν καθώς τα chatbots μπορούν να εξυπηρετούν ταυτόχρονα πολλαπλούς χρήστες, ανεξάρτητα από τον όγκο των αιτημάτων. Οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν και φωνητικά με κάποια chatbot που παρέχουν την δυνατότητα αυτή γεγονός που βοηθά κυρίως τις μεγαλύτερες ηλικιακά ομάδες που δεν είναι εξοικειωμένες με την πληκτρολόγηση. Επίσης, τα chatbots μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συλλέγουν απαντήσεις-στοιχεία από τους χρήστες σχετικά με συμπτώματα που τυχόν εμφανίζουν και να αξιολογούν τον κίνδυνο να έχουν προσβληθεί με κορονοϊό παραπέμποντας τους σε κάποιο εξεταστικό κέντρο ή παρέχοντας έναν αριθμό επικοινωνίας για περαιτέρω βοήθεια από τους ειδικούς. Ακόμη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της κατάστασης του ιού και την αποστολή ειδοποιήσεων στους χρήστες, αλλά και για την καταγραφή δραστηριοτήτων και συναισθημάτων των χρηστών αφού η περίοδος αυτή μπορεί να είναι δύσκολη ψυχολογικά για κάποιους ανθρώπους. Τέλος, υπάρχουν τα

chatbots που παρέχουν αληθείς πληροφορίες και ενημερώσεις σχετικά με τον κορονοϊό για να αποφεύγονται όλες οι ανακρίβειες που κυκλοφορούν στο διαδίκτυο. Τέτοιου είδους chatbot είναι το gov.sg όπως φαίνεται στην Εικόνα 23 [41] το οποίο φιλοξενείται από την εφαρμογή WhatsApp και ενημερώνει τους χρήστες σχετικά με τα τελευταία μέτρα που έχει λάβει η κυβέρνηση της Σιγκαπούρης για τον κορονοϊό, τα ημερήσια κρούσματα αλλά και για τις ψευδείς ειδήσεις.

Βέβαια, αρκετοί είναι οι χρήστες που επιθυμούν να μιλήσουν σε κάποιον άνθρωπο παρά σε μία μηχανή. Τα chatbots βρίσκονται ακόμη σε αρχικό στάδιο ανάπτυξης, και υπάρχει περίπτωση να μην μπορούν να καταλάβουν τι μπορεί να ζητά ο χρήστης καθώς υπάρχουν πάρα πολλές φράσεις που περιγράφουν μία ενέργεια στην ανθρώπινη γλώσσα αλλά το chatbot έχει εκπαιδευτεί σε κάποιες από αυτές. Δεν έχουν την κατάλληλη νοημοσύνη ακόμα ώστε να αντιληφθούν την ψυχολογική κατάσταση ενός χρήστη και υπάρχει πιθανότητα να χειριστούν λάθος μία συζήτηση, οδηγώντας τον χρήστη σε λάθος ενέργειες. Όπως εκτιμούν οι προγραμματιστές τεχνητής νοημοσύνης, αναμένεται ως το 2029 τα chatbot να φτάσουν σε ανθρώπινο επίπεδο ευφύιας και ως το 2049 να έχουν γίνει εξυπνότερα.



Εικόνα 23: Gov.sg chatbot [41]

4.4 Σύγκριση εφαρμογών

Οι περισσότερες εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί κατά την διάρκεια της πανδημίας είναι εφαρμογές για κινητές συσκευές αφού οι χρήστες τις κουβαλούν πάντα μαζί τους. Με την χρήση των Bluetooth και την ανίχνευση της τοποθεσίας οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να γνωρίζουν αν έχουν έρθει σε επαφή με κάποιο επιβεβαιωμένο κρούσμα και να προστατεύονται κατάλληλα.

Εφαρμογές για την αντιμετώπιση της πανδημίας

Οι Desktop εφαρμογές έχουν ως κύριο σκοπό την ενημέρωση των χρηστών τους ή την συλλογή δεδομένων μέσω ερωτηματολογίων, τα οποία βοηθούν στην γενικότερη αντιμετώπιση του κορονοϊού. Στον Πίνακα 2 φαίνεται η σύγκριση των εφαρμογών βάσει των χαρακτηριστικών τους.

Όνομα εφαρμογής	Bluetooth	GPS	Ανίχνευση Επαφών	Ανίχνευση Συμπτωμάτων	Παροχή πληροφοριών/ Συμβουλές	Ερευνητικός σκοπός	Χρήση στην καραντίνα	Ερωτηματολόγιο
TraceTogether	✓		✓					
Aarogya Setu	✓	✓	✓	✓				✓
Hamagen		✓	✓					
COVIDSafe	✓		✓					
Covid-19 Sound App				✓		✓		✓
StayHomeSafe		✓					✓	
My Patient Data								✓
Coronika - Your Corona Diary					✓			
Virusafe				✓	✓			
WHO Academy					✓			
Mediktor				✓				✓
TousAntiCovid	✓		✓		✓			
Immuni	✓		✓					
QCovid® risk calculator			✓					✓
GreekCovid					✓			
Bing COVID-19 Tracker					✓			
Covid Checker					✓			

Πίνακας 2: Συγκριτικός πίνακας εφαρμογών

Κεφάλαιο 5ο:

Υλοποίηση εφαρμογής για την αντιμετώπιση της νόσου Covid-19

5.1 Διατύπωση προβλήματος (problem statement)

Ο κορονοϊός είναι μία πανδημία που συνεχίζει να ταλαιπωρεί την ανθρωπότητα ακόμη και σήμερα, δύομισή χρόνια μετά την πρώτη του εμφάνιση. Έχει αλλάξει σημαντικά τις συνήθειες και την καθημερινότητα όλων. Αν και έχουν γίνει αρκετές έρευνες και έχει συγκεντρωθεί μεγάλος όγκος δεδομένων και πληροφοριών σχετικά με την πρόληψη και την αντιμετώπισή του, υπάρχει πάντα ο φόβος ενός επερχόμενου κύματος της πανδημίας, το οποίο ενδέχεται να είναι ισχυρότερο από το προηγούμενο.

Για να ελαφρυνθεί το σύστημα υγείας και να προστατευτεί το νοσηλευτικό προσωπικό έχουν γίνει πολλές προσπάθειες με την δημιουργία ολοένα και πιο λειτουργικών εφαρμογών με την χρήση διαφόρων εργαλείων που σκοπό έχουν την αποτελεσματική αντιμετώπιση της πανδημίας. Μερικές από αυτές τις εφαρμογές έχουν περιγραφεί στο κεφάλαιο 3.

Στην παρούσα διπλωματική θα προταθεί μία εφαρμογή για την αντιμετώπιση της πανδημίας. Η εφαρμογή αυτή έχει εκπαιδευτικό σκοπό – μελέτη εργαλείων – και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αντικαταστήσει την ιατρική παρακολούθηση. Χωρίζεται σε δύο μέρη, την ανάπτυξη/εκπαίδευση αλγορίθμων και την δημιουργία μοντέλων μηχανικής μάθησης που έχουν ως στόχο την πρόβλεψη της πιθανότητας ένας χρήστης να είναι θετικός στον κορονοϊό και την δημιουργία ενός ψηφιακού βοηθού (chatbot) το οποίο απαντά σε ερωτήσεις του χρήστη σχετικά με την πανδημία.

5.2 Σύνολο Δεδομένων & Προετοιμασία

Η TN (Τεχνητή Νοημοσύνη) χρησιμοποιείται με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας για την δημιουργία πολλαπλών εφαρμογών στην πρόβλεψη μελλοντικών ξεσπασμάτων του ιού, στην πρόβλεψη θνησιμότητας, στην διάγνωση-ανίχνευση του κορονοϊού. Είναι πολύ σημαντικό τα υποψήφια κρούσματα κορονοϊού να έχουν μία πρώτη εικόνα για το αν έχουν κολλήσει ή όχι βάσει προηγούμενων αποτελεσμάτων και δεδομένων ώστε να αποφευχθεί η συμφόρηση στις νοσηλευτικές μονάδες και η άσκοπη απασχόληση του νοσηλευτικού προσωπικού.

Το σύνολο δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί περιέχει πληροφορίες για το αν κάποιο άτομο έχει προσβληθεί από κορονοϊό ή όχι και αποτελείται από 2.701.378 σειρές (διαφορετικές απαντήσεις), εκ των οποίων τα 2.480.403 είχαν αρνητικό αποτέλεσμα και τα 220.975 θετικό. Τα δείγματα όλων των ατόμων που συμμετέχουν έχουν ληφθεί με ρινοφαρυγγικό επίχρισμα, κατά το πρώτο διάστημα εμφάνισης του ιού, σύμφωνα με οδηγίες του Υπουργείου Υγείας του Ισραήλ από το οποίο και δημοσιεύτηκαν [42].

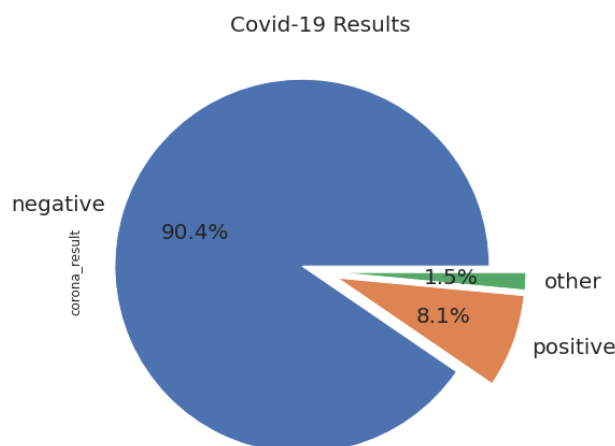
Βέβαια, στο συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων υπάρχουν αρκετές διαφορές σε σχέση με τα υπόλοιπα που αφορούν τον κορονοϊό. Πιο συγκεκριμένα, δεν γίνεται κάποια αναφορά ως προς την διάρκεια της επαφής με κάποιο κρούσμα ή τον χώρο της κοινής επαφής τους (εσωτερικός ή εξωτερικός χώρος). Επίσης, δεν αναφέρονται ως συμπτώματα η έλλειψη όσφρησης ή γεύσης, καθώς θεωρούνται πολύ αληθοφανή ώστε κάποιος να οδηγηθεί στο συμπέρασμα ότι έχει προσβληθεί από κορονοϊό. Αξίζει να

σημειωθεί ότι τα δείγματα που λήφθηκαν ήταν από άτομα που όντως παρουσίαζαν συμπτώματα του ιού και ήταν αναγκαίο να υποβληθούν σε έλεγχο, δεν συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα.

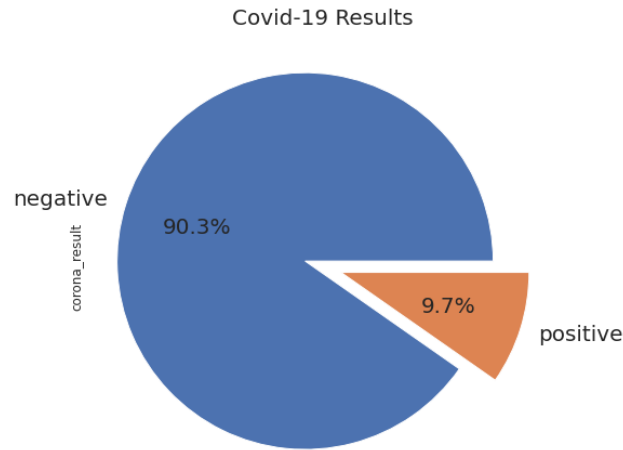
Οι ερωτήσεις τις οποίες καλείται να απαντήσει ο χρήστης για να προβλεφθεί αν υπάρχει περίπτωση να έχει κορονοϊό είναι οι εξής:

- Αν είναι πάνω από εξήντα ετών
- Φύλο (άντρας ή γυναίκα)
- Αν έχει συμπτώματα βήχα
- Αν έχει δυσκολία στην αναπνοή
- Αν έχει πυρετό
- Αν έχει πονόλαιμο
- Αν έχει πονοκέφαλο
- Αν έχει επαφή με επιβεβαιωμένο κρούσμα

Εξ' αρχής, γίνεται αντιληπτό ότι το σύνολο δεδομένων που πρέπει να επεξεργαστεί δεν είναι ισορροπημένο. Στην Εικόνα 24 παρατηρείται ότι το 90,4% των ατόμων που εξετάστηκαν έχουν αρνητικό αποτέλεσμα και μόλις το 8,1% θετικό. Επίσης, υπάρχει και μία τρίτη κλάση, η κλάση “other”, η οποία κατέχει μικρό ποσοστό και δεν προσφέρει κάποια ουσιαστική πληροφορία. Οπότε γίνεται διαγραφή της συγκεκριμένης κλάσης. Και το σύνολο δεδομένων διαμορφώνεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 25.



Εικόνα 24: Αρχικό σύνολο δεδομένων



Εικόνα 25: Σύνολο δεδομένων μετά την επεξεργασία

Και σε αυτήν την περίπτωση (Εικόνα 25) παρατηρείται ότι το σύνολο δεδομένων είναι μη ισορροπημένο. Αν προχωρήσει η εκπαίδευση του αλγορίθμου με αυτόν τον τρόπο, το πιθανότερο είναι ότι θα πετύχει υψηλή ακρίβεια αλλά χωρίς να κατατάσσει τα νέα δεδομένα στην σωστή κλάση αλλά σε αυτήν που υπερισχύει (negative class). Έτσι, αν κάθε φορά προβλέπει ότι ο εκάστοτε χρήστης είναι αρνητικός στον κορονοϊό θα επιτευχθεί ακρίβεια 90,3%, χωρίς βέβαια να είναι σωστό το αποτέλεσμα.

Για να γίνει το σύνολο δεδομένων ισορροπημένο, θα πρέπει είτε να διαγραφούν δεδομένα από την υπερισχύουσα κλάση (μέθοδος undersampling) με τον κίνδυνο να χαθούν σημαντικές πληροφορίες από το σύνολο δεδομένων, είτε να προστεθούν δεδομένα στην κλάση με τα λιγότερα δεδομένα (μέθοδος oversampling) τα οποία όμως δεν προσθέτουν κάποια νέα πληροφορία στα δεδομένα, αλλά πολλαπλασιάζουν την υπέρχουσα.

Υπάρχει και η μέθοδος SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique). Όπως δηλώνει και το όνομά της είναι μία μέθοδος oversampling όμως τα νέα δεδομένα που προστίθενται είναι «σύνθετα» και όχι απλώς αντιγραφή των υπαρχόντων. Πιο συγκεκριμένα, ο αλγόριθμος παίρνει τα δείγματα της κλάσης που θέλουμε να αυξήσουμε και συνθέτει νέα δείγματα βάσει των κοντινότερων γειτόνων [43]. Έτσι τα δείγματα αυτά συντίθεται ως εξής: βρίσκουμε την διαφορά ανάμεσα στο δείγμα που εξετάζουμε (δείγμα της κλάσης positive στην δική μας περίπτωση) και στον κοντινότερο γείτονα του δείγματος. Πολλαπλασιάζουμε την διαφορά αυτήν (Ευκλείδεια απόσταση) με έναν αριθμό μεταξύ του 0 εως 1 και δημιουργείται το νέο δείγμα. Παρακάτω στην Εξίσωση 1 φαίνεται ο μαθηματικός τύπος [44] της τεχνικής SMOTE. Η μεταβλητή X_i είναι το προς εξέταση δείγμα της κλάσης με τα λιγότερα δείγματα, η μεταβλητή \hat{X}_i είναι ο κοντινότερος γείτονας της μεταβλητής X_i και δ είναι ένας τυχαίος αριθμός που οι τιμές του κυμαίνονται από 0 μέχρι 1. Η μέθοδος SMOTE είναι η πιο γνωστή για την εξισορρόπηση των δεδομένων ιδιαίτερα σε δυαδική ταξινόμηση.

$$New(X_i) = X_i + (\hat{X}_i - X_i) * \delta$$

Εξίσωση 1: Μαθηματικός τύπος τεχνικής SMOTE [44]

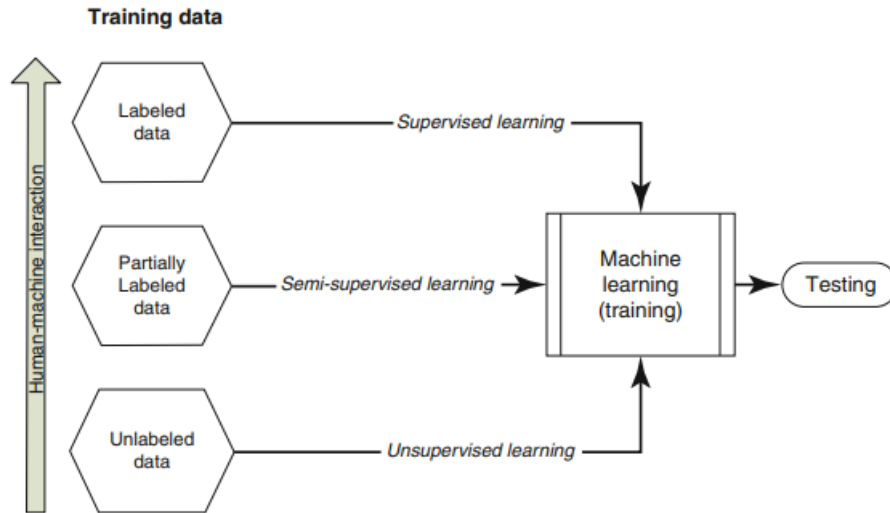
Χαρακτηριστικά	Σύνολο μηδενικών τιμών
test date	0
cough	0
fever	0
sore throat	0
shortness of breath	0
headache	0
corona result	0
age 60 and above	547644
gender	92886
test indication	0

Πίνακας 3: Ποσό ελλειπουσών τιμών για κάθε χαρακτηριστικό

Επίσης εκτός από την εξισορρόπηση του συνόλου δεδομένων βάσει της μεταβλητής στόχου, θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη επεξεργασία των ελλειπουσών τιμών που υπάρχουν στα γνωρίσματα του συνόλου δεδομένων, για να μην αποτελούν θόρυβο κατά την εκπαίδευση, και όλα τα δεδομένα θα πρέπει να γίνουν αριθμητικά για να μπορούν να εκπαιδευτούν κατάλληλα. Στον Πίνακα 3 φαίνονται τα χαρακτηριστικά τα οποία έχουν αριθμό μηδενικών τιμών. Όσον αφορά την διαχείριση των τιμών που λείπουν υπάρχουν πολλές μέθοδοι διαχείρισης τους. Οι βασικότερες από αυτές είναι η αγνόηση τους, η διαγραφή τους είτε η αντικατάσταση τους [45]. Η πρώτη μέθοδος - η αγνόηση - είναι η πιο απλή καθώς δεν απαιτείται κάποια επεξεργασία των δεδομένων. Βέβαια, υπάρχει περίπτωση οι μηδενικές τιμές να είναι αρκετές και να επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα. Επίσης, κάποιοι αλγόριθμοι δεν μπορούν να εκπαιδευτούν αν υπάρχουν μηδενικές τιμές στα δεδομένα. Κατά την χρήση της μεθόδου διαγραφής των μηδενικών τιμών υπάρχει κίνδυνος απώλειας σημαντικών δεδομένων καθώς διαγράφονται όλες οι στήλες και γραμμές που περιέχουν τις μηδενικές τιμές από το σύνολο δεδομένων. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων για τις τιμές που λείπουν, είτε αντικαθιστώντας με την μέση τιμή των υπόλοιπων γνωρισμάτων, είτε με την υπερισχύουσα τιμή είτε ακόμη με μεθόδους πρόβλεψης των τιμών που λείπουν βάσει των υπόλοιπων γνωρισμάτων.

5.3 Εκπαίδευση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης

Η μηχανική μάθηση ορίζεται ως ο κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών που έχει την δυνατότητα δημιουργίας αλγορίθμων εκπαιδούνται και προβλέπουν βάσει δεδομένων εισόδου. Χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο εκμάθησης που χρησιμοποιεί [47] όπως φαίνεται και στην Εικόνα 26:



Εικόνα 26: Κατηγορίες μηχανικής μάθησης [47]

- **Επιβλεπόμενη μάθηση:** Ο αλγόριθμος γνωρίζει τα δεδομένα εισόδου αλλά και τα δεδομένα εξόδου (μεταβλητές στόχους). Έτσι, προσπαθεί να δημιουργήσει έναν γενικό κανόνα για να ταξινομή σωστά τα δεδομένα εισόδου με τα αποτελέσματα. Συνήθως, χρησιμοποιείται σε προβλήματα ταξινόμησης.
- **Μη επιβλεπόμενη μάθηση:** Ο αλγόριθμος γνωρίζει μόνο τα δεδομένα εισόδου. Προσπαθεί να δημιουργήσει ένα μοντέλο χωρίς να γνωρίζει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Χρησιμοποιείται σε προβλήματα συσταδοποίησης.
- **Ημι-επιβλεπόμενη μάθηση:** Είναι ένας συνδυασμός της επιβλεπόμενης και μη επιβλεπόμενης μάθησης. Το σύνολο των δεδομένων παρουσιάζει αρκετές ελλείψεις σχετικά με τα δεδομένα εξόδου. Παρόλ' αυτά όσα δεδομένα εισόδου συνοδεύονται από τα αντίστοιχα δεδομένα εξόδου χρησιμοποιούνται ώστε να προβλεφθούν τα ελλιπή δεδομένα. Η μέθοδος της ημι-επιβλεπόμενης μάθησης χρησιμοποιείται σε προβλήματα ανάκτησης κειμένου – εικόνων.

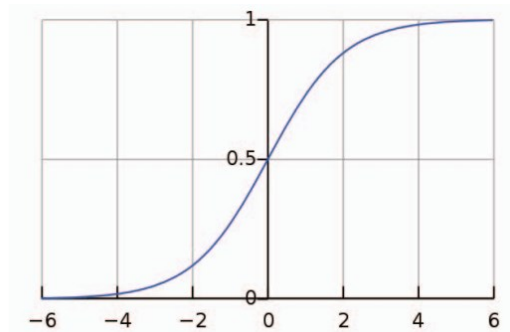
Παρακάτω θα γίνει η περιγραφή των μοντέλων μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιήθηκαν. Ως μοντέλο μηχανικής μάθησης ορίζεται το αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται μετά την εκπαίδευση των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

5.3.1 Αλγόριθμος Logistic Regression

Ο αλγόριθμος Logistic Regression (Λογιστικής Παλινδρόμησης) δεν αποτελεί έναν αλγόριθμο που χρησιμοποιείται σε προβλήματα παλινδρόμησης παρά το όνομά του, αλλά σε προβλήματα δυαδικής ταξινόμησης [46]. Ουσιαστικά υπολογίζει την σχέση που υπάρχει μεταξύ της εξαρτημένης τιμής (μεταβλητή στόχος) και των ανεξάρτητων μεταβλητών (χαρακτηριστικών του συνόλου δεδομένων) με την χρήση πιθανοτήτων. Στην στατιστική, η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιεί την σιγμοειδή συνάρτηση για την ανάδειξη των αποτελεσμάτων της έτσι όπως φαίνεται στην Εικόνα 27 [48]. Όταν το $z > 0$ τότε η τιμή της συνάρτησης πλησιάζει το 1 και ταξινομείται ως κλάση 1 ενώ στην αντίθετη περίπτωση όταν το $z < 0$ ταξινομείται στην κλάση 0.

Η κυριότερη διαφορά μεταξύ λογιστικής και γραμμικής παλινδρόμησης είναι ότι τα αποτελέσματα της πρώτης είναι διακριτές τιμές, παίρνουν δηλαδή τιμές συγκεκριμένες (ναι ή όχι) ενώ στην δεύτερη τα αποτελέσματα είναι συνεχείς τιμές (μπορούν να πάρουν διαφορετικές τιμές κάθε φορά).

Στις Εικόνα 28, Εικόνα 29, Εικόνα 30 φαίνονται τα αποτελέσματα του αλγορίθμου.



Εικόνα 27: Σιγμοειδής Συνάρτηση [48]

	precision	recall	f1-score	support
0	0.68	0.95	0.79	744321
1	0.92	0.55	0.69	743921
accuracy			0.75	1488242

Εικόνα 28: Μετρικές αλγορίθμου LogisticRegression με την μέθοδο oversampling

	precision	recall	f1-score	support
0	0.68	0.95	0.79	78654
1	0.92	0.56	0.69	78662
accuracy			0.75	157316

Εικόνα 29: Μετρικές αλγορίθμου LogisticRegression με την μέθοδο downsampling

	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	0.95	0.95	743904
1	0.55	0.56	0.55	78875
accuracy			0.91	822779

Εικόνα 30: Μετρικές αλγορίθμου LogisticRegression με την μέθοδο SMOTE

5.3.2 Αλγόριθμος LightGBM

Ο αλγόριθμος LightGBM (Light Gradient Boosting) είναι μία βιβλιοθήκη ανοιχτού τύπου που έχει δημιουργηθεί από την Microsoft και έχει δημοσιευτεί το 2016 [49]. Είναι παρόμοιος με τους υπόλοιπους αλγορίθμους ενίσχυσης αλλά έχει κάποια πιο προηγμένα χαρακτηριστικά που τον έχουν

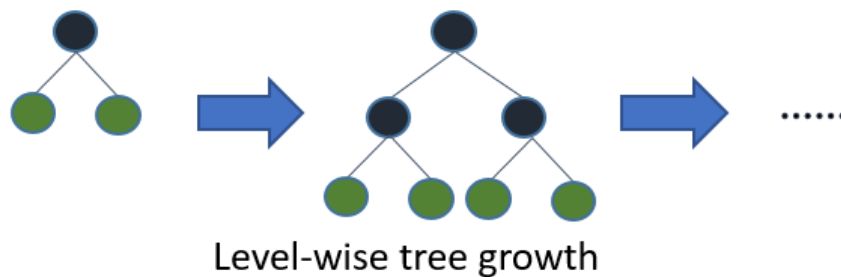
κάνει να ξεχωρίζει. Ανήκει στην οικογένεια των αλγορίθμων δέντρων απόφασης. Διαχειρίζεται αυτόματα τις ελλειπούσες τιμές οπότε αν υπάρχουν τέτοιες τιμές στο σύνολο δεδομένων μας δεν χρειάζονται κάποια διαχείριση.

Ενώ όλοι οι αλγόριθμοι των δέντρων απόφασης αναπτύσσονται ανά επίπεδο όπως φαίνεται στην Εικόνα 31, ο αλγόριθμος LightGBM αναπτύσσεται ανά φύλο όπως φαίνεται στην Εικόνα 32 και με αυτόν τον τρόπο προσπαθεί να επιτύχει την μικρότερη απώλεια. Δίνει γρήγορα αποτελέσματα και χρησιμοποιεί την λιγότερη δυνατή μνήμη. Επίσης χρησιμοποιείται σε μικρά και μεγάλα σύνολα δεδομένων.

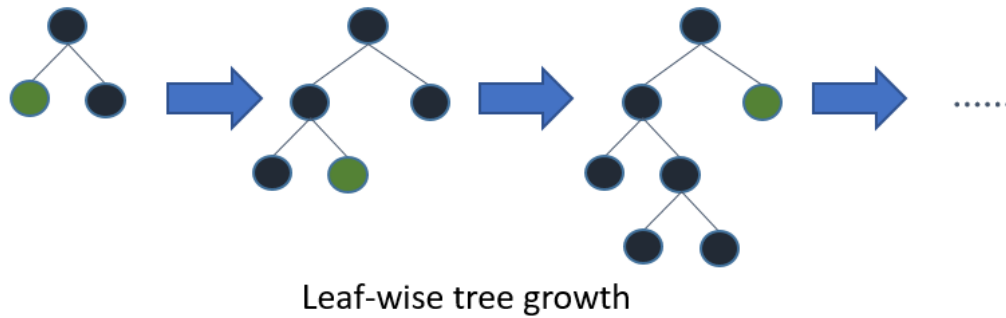
Παρακάτω, θα εξεταστούν δύο τεχνικές που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος. Αρχικά, ο αλγόριθμος LightGBM δεν κάνει χρήση ολόκληρου του συνόλου εκπαίδευσης των δεδομένων αλλά ένα μέρος αυτού, που επιλέγεται βάσει της μεθόδου Gradient One Sampling (GOSS). Με την εκπαίδευση ενός μέρους του συνόλου δεδομένων σε κάθε επανάληψη επιτυγχάνεται η ταχύτερη σύγκλιση του στην βέλτιστη λύση.

Άλλη μία τεχνική για την οποία είναι γνωστός ο αλγόριθμος είναι η Exclusive Feature Bundling (EFB). Κατά την χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου, ο αλγόριθμος συμπύκνωση τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του συνόλου δεδομένων. Έτσι αν π.χ. για να περιγραφεί το φύλο χρειάζονται δύο γνωρίσματα (άνδρας, γυναίκα), τα ενώνει σε ένα γνώρισμα χρησιμοποιώντας διαφορετικές τιμές για το καθένα ώστε να ξεχωρίζουν.

Τα αποτελέσματα του αλγορίθμου φαίνονται στις Εικόνα 33, Εικόνα 34, Εικόνα 35. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μέθοδος με τα καλύτερα αποτελέσματα είναι η χρήση της μεθόδου SMOTE κατά την οποία όμως έγινε διαγραφή των ελλειπουσών τιμών καθώς δεν είναι δυνατή η χρήση της με την ύπαρξη των μηδενικών τιμών στο σύνολο δεδομένων.



Εικόνα 31: Ανάπτυξη δέντρου ανά επίπεδο [49]



Εικόνα 32: Ανάπτυξη δέντρου ανά φύλο [49]

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.95	0.80	620797
1	0.91	0.57	0.70	619405
accuracy			0.76	1240202

Εικόνα 33: Μετρικές του αλγορίθμου LightGBM με την μέθοδο oversampling

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.95	0.80	65531
1	0.91	0.57	0.70	65566
accuracy			0.76	131097

Εικόνα 34: Μετρικές του αλγορίθμου LightGBM με την μέθοδο downsampling

	precision	recall	f1-score	support
negative	0.73	0.94	0.82	72917
positive	0.92	0.65	0.77	72927
accuracy			0.80	145844

Εικόνα 35: Μετρικές του αλγορίθμου LightGBM με την μέθοδο SMOTE

5.3.3 Αλγόριθμος Naive Bayes

Ο αλγόριθμος Naive Bayes είναι ένας πιθανολογικός αλγόριθμος που βασίζεται στο θεώρημα του Bayes, το οποίο φαίνεται παρακάτω στην Εξίσωση 2 [50]. Η τιμή $P(A|B)$ εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός A αφού έχει συμβεί (δεδομένου) το γεγονός B. Αντίστοιχα η τιμή $P(B|A)$ εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός B αφού έχει συμβεί (δεδομένου) το γεγονός A. Τέλος οι τιμές $P(A)$ και $P(B)$ εκφράζουν την πιθανότητα A και B αντίστοιχα, και είναι ανεξάρτητες μεταβλητές.

Υπάρχουν τρεις τύποι του μοντέλου Naive Bayes και είναι οι εξής:

- Gaussian: Στον συγκεκριμένο τύπο γίνεται η υπόθεση ότι τα αριθμητικά χαρακτηριστικά κατανέμονται κανονικά.
- Multinomial: Χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν διακριτές τιμές. Δουλεύει καλύτερα με χαρακτηριστικά τύπου integer [51].
- Bernoulli: Χρησιμοποιείται όταν τα χαρακτηριστικά του συνόλου δεδομένων είναι δυαδικά.

Τα αποτελέσματα του αλγορίθμου φαίνονται στις Εικόνα 36, Εικόνα 37, Εικόνα 38. Στις περιπτώσεις αυτές έγινε χρήση τύπου Bernoulli, καθώς τα χαρακτηριστικά από τα οποία αποτελείται το σύνολο δεδομένων μας παίρνουν δυαδικές τιμές (ναι ή όχι).

$$P(A|B) = P(A) \frac{P(B|A)}{P(B)}$$

Εξίσωση 2: Μαθηματική αναπαράσταση θεωρήματος Bayes [50]

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.94	0.80	744321
1	0.91	0.57	0.70	743921
accuracy			0.76	1488242

Εικόνα 36: Μετρικές του αλγορίθμου Naive Bayes με την μέθοδο oversampling

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.94	0.80	78654
1	0.91	0.57	0.70	78662
accuracy			0.76	157316

Εικόνα 37: Μετρικές του αλγορίθμου Naive Bayes με την μέθοδο downsampling

	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	0.94	0.95	743904
1	0.51	0.58	0.54	78875
accuracy			0.91	822779

Εικόνα 38: Μετρικές του αλγορίθμου Naive Bayes με την μέθοδο SMOTE

5.4 Ορισμός και χαρακτηριστικά του Rasa framework

Για την κατασκευή του chatbot προτιμήθηκε το πλαίσιο μηχανικής μάθησης ανοιχτού κώδικα Rasa, το οποίο έχει την δυνατότητα να κατανοεί τα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης, να κρατά στην μνήμη του τις συζητήσεις που έχουν γίνει και να συνδέεται με APIs (Application Programming Interfaces) αλλά και άλλες πλατφόρμες [52]. Υπάρχει η δωρεάν έκδοσή του (Rasa Open Source, Rasa X) αλλά

και η επί πληρωμή (Rasa Enterprise). Εκτελείται τοπικά, είναι επεκτάσιμο και ο χρήστης έχει τον ολικό έλεγχο των λειτουργιών του.

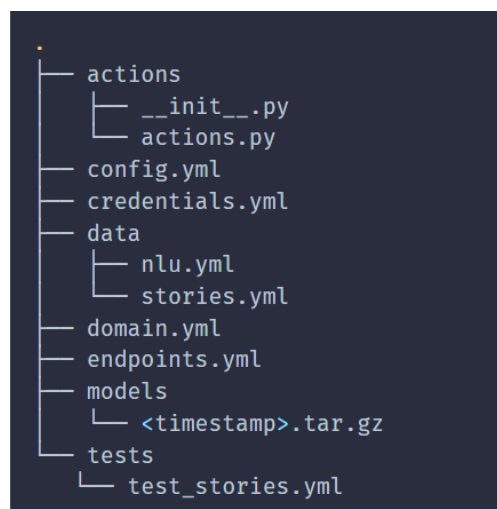
Τα δύο βασικότερα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το Rasa είναι το Rasa NLU (Natural Language Understanding) και το Rasa Core. Το πρώτο είναι υπεύθυνο για την κατανόηση και την ανάλυση των μηνυμάτων που λαμβάνει από τον χρήστη. Ουσιαστικά, μετατρέπει το μήνυμά του σε δομημένη μορφή κατανοητή από τον υπολογιστή ενώ το Rasa Core είναι αυτό που επιλέγει τις ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν όπως τις απαντήσεις στα μηνύματα του χρήστη βάσει του ιστορικού συνομιλιών.

5.4.1 Ανάλυση αρχείων Rasa

Το Rasa δίνει την δυνατότητα στον προγραμματιστή να δημιουργήσει το δικό του chatbot παρέχοντας του κάποιες αρχικές απλές συνομιλίες ως υποδείγμα, τις οποίες καλείται να εξελίξει [52]. Αφού γίνει η εγκατάσταση του εικονικού περιβάλλοντος Python και του Rasa μέσω CLI (Command Line Interface), δίνοντας την εντολή `rasa init` δημιουργείται το chatbot με τα αρχικά παραδείγματα που περιλαμβάνονται στα αρχεία, η δομή των οποίων φαίνεται στην Εικόνα 39.

Στο αρχείο `data/nlu.yml` όπως φαίνεται στην Εικόνα 40, περιέχονται όλα τα πιθανά παραδείγματα με το τι μπορεί να πληκτρολογήσει ο χρήστης στο μήνυμά του. Κατηγοριοποιούνται σε intents (προθέσεις) και παίρνουν διάφορες τιμές ως παραδείγματα (examples). Το αρχείο αυτό χρησιμοποιείται στην εκπαίδευση του μοντέλου NLU. Αυτό δεν σημαίνει ότι ο χρήστης πρέπει να πληκτρολογήσει με ακρίβεια την φράση/λέξη που έχει δοθεί ως παράδειγμα στο αρχείο, αλλά θα πρέπει το chatbot να είναι σε θέση να αναγνωρίζει και να αναλύει το μήνυμα του χρήστη αναγνωρίζοντας τους τύπους των λέξεων που περιέχει. Για παράδειγμα μπορεί να υπάρχουν οντότητες (entities) σε κάποιο μήνυμα.

Οι οντότητες είναι ένα συγκεκριμένο μέρος πληροφορίας που περιλαμβάνεται στο μήνυμα, το οποίο είναι πολύ σημαντικό να αναγνωριστεί σωστά για να δοθεί η κατάλληλη απάντηση. Οι οντότητες μπορούν να πάρουν διαφορετικές τιμές όπως ημερομηνία, ώρα, τοποθεσία ή ότι πληροφορία ορίσει ο προγραμματιστής. Έτσι αν ο χρήστης πληκτρολογήσει “Covid in Greece”, το chatbot θα πρέπει να είναι σε θέση να ξεχωρίσει την λέξη “Greece” και να την αναγνωρίσει ως οντότητα (country).



Εικόνα 39: Δομή αρχείων Rasa framework [52]

```
version: "3.1"

nlu:
- intent: greet
  examples: |
    - hey
    - hello
    - hi
    - hello there
    - good morning
    - good evening
    - moin
    - hey there
    - let's go
    - hey dude
    - goodmorning
    - goodevening
    - good afternoon

- intent: corona_country
  examples: |
    - Tell me about covid in [greece](country)
    - I want to now the covid situation in [italy](country)
    - Corona virus in [brazil](country)
    - Covid in [spain](country)
    - Could you inform me about corona virus in [australia](country)
    - Covid-19 in [japan](country)
    - What's the situation of covid-19 in [canada](country)
```

Εικόνα 40: Αρχείο nlu.yml

Οι οντότητες, τα intents, οι ενέργειες και ό,τι άλλο ενδέχεται να περιλαμβάνει ένα chatbot (forms, slots κλπ) περιγράφονται στο αρχείο domain.yml. Ουσιαστικά, το συγκεκριμένο αρχείο αποτελεί την δομή του chatbot.

Το αρχείο data/stories.yml (Εικόνα 41) περιγράφονται οι πιθανές συνομιλίες που ενδέχεται να έχει ένας χρήστης με το chatbot, με τις εισόδους του χρήστη να περιγράφονται από τα intents ενώ οι ενέργειες και οι απαντήσεις του chatbot από τα actions.

Στο αρχείο actions/actions.py περιλαμβάνονται όλες οι ενέργειες που έχει ορίσει ο προγραμματιστής να κάνει το chatbot. Εδώ, μπορεί να ορίσει είτε την σύνδεση με APIs για την εισαγωγή δεδομένων είτε την εξαγωγή στοιχείων από αρχεία.

Στην δική μας περίπτωση, έχει χρησιμοποιηθεί το covid19api [53] το οποίο έχει διατεθεί από το Πανεπιστήμιο Johns Hopkins και στην ελεύθερη εκδοχή του (χωρίς πληρωμή) εμφανίζει δεδομένα σχετικά με τα συνολικά αριθμό θανάτων, τα κρούσματα, αυτούς που έχουν αναρρώσει, με σημερινή ημερομηνία. Έπειτα, για να καλυφθεί ένα ευρύ φάσμα σχετικά με τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις για τον κορονοϊό, χρησιμοποιήθηκε ένα αρχείο csv (comma separated values), το οποίο έχει δημιουργηθεί από μία ομάδα προγραμματιστών, με σκοπό την συγκέντρωση των πιο συχνών ερωτήσεων των χρηστών και την αντιστοίχισή τους με ουσιαστικές απαντήσεις. Είναι διαθέσιμο στο github [54]. Επίσης, για την καλύτερη αντιστοίχισή των μηνυμάτων που πληκτρολογεί ο χρήστης στο chatbot με τις ερωτήσεις του αρχείου χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Fuzzywuzzy, η οποία είναι ανοιχτού κώδικα και έχει δημιουργηθεί από την εταιρεία SeatGeek [55]. Ουσιαστικά χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την ομοιότητα μεταξύ δύο προτάσεων με την απόσταση Levenshtein [56]. Έτσι, αν έχουμε δύο προτάσεις, την αρχική πρόταση και την πρόταση στόχο, η απόστασή τους καθορίζεται από τον αριθμό των διαγραφών, των εισαγωγών ή των αντικαταστάσεων που πρέπει να γίνουν για την μετατροπή της αρχικής πρότασης στην πρόταση στόχο. Όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των ενεργειών που πρέπει να γίνουν, τόσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των δύο προτάσεων. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης ρωτάει “What are the symptoms of covid”, το chatbot δίνει την απάντησή

```

version: "3.1"

stories:

- story: happy path
  steps:
  - intent: greet
  - action: utter_greet
  - intent: mood_great
  - action: utter_happy

- story: sad path 1
  steps:
  - intent: greet
  - action: utter_greet
  - intent: mood_unhappy
  - action: utter_cheer_up
  - action: utter_did_that_help
  - intent: affirm
  - action: utter_happy

```

Εικόνα 41: Αρχείο data/stories.yml

```

(['What are the symptoms of COVID-19?', 95), ('What are the symptoms of COVID-19?\n', 95), ('Why is the disease being called coronavirus disease 2019, COVID-19?', 86), ('Why might someone blame or avoid individuals and groups (create stigma) because of COVID-19?', 86), ('How can people help stop stigma related to COVID-19?', 86)]

```

Εικόνα 42: Παράδειγμα υπολογισμού ομοιότητας μεταξύ προτάσεων

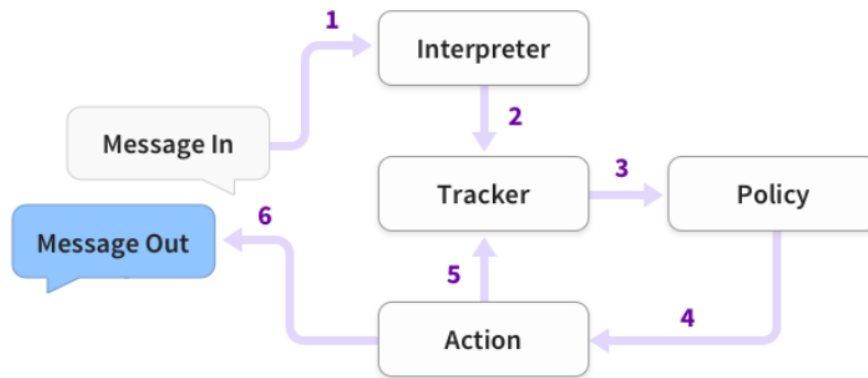
του, αφού υπολογίσει την ομοιότητα της πρότασης που έχει δώσει ο χρήστης με τις προτάσεις που υπάρχουν στο αρχείο, Εικόνα 42.

Το αρχείο endpoints.yml περιλαμβάνει διαφορετικά endpoints που μπορεί να χρησιμοποιήσει το chatbot, όπως server για να τραβάει δεδομένα ή βάσεις δεδομένων για να αποθηκεύει πληροφορίες και συζητήσεις, και το αρχείο credentials.yml περιλαμβάνει τα διαπιστευτήρια από την πλατφόρμα και λεπτομέρειες για την σύνδεση με άλλες υπηρεσίες που ενδέχεται να χρειάζεται.

Τέλος, στο αρχείο config.yml καθορίζονται τα στοιχεία και οι πολιτικές που θα ακολουθήσει το μοντέλο εκπαίδευσης για να κάνει προβλέψεις βάσει των δεδομένων που έχει εισάγει ο χρήστης.

5.4.2 Αρχιτεκτονική του Rasa framework

Στην Εικόνα 43 φαίνεται η αρχιτεκτονική του πλαισίου Rasa [52]. Αρχικά, στο βήμα 1, λαμβάνεται το μήνυμα που έχει πληκτρολογήσει ο χρήστης και μεταφέρεται στον διερμηνέα (Interpreter) όπου γίνεται η ανάλυσή του. Το μήνυμα μπορεί να περιέχει απλό κείμενο, intents, entities κ.α. Η διαδικασία αυτή, της ανάλυσης, γίνεται από το Rasa NLU. Στο βήμα 2, το μήνυμα περνά από τον διερμηνέα στον ανιχνευτή (Tracker). Ο ανιχνευτής είναι αυτός παρακολουθεί την κατάσταση της συνομιλίας που πραγματοποιείται. Στο βήμα 3, η τρέχουσα κατάσταση του ανιχνευτή πρέπει να σταλεί στο αρχείο όπου γράφονται οι τακτικές (policies) λειτουργίας του chatbot και έπειτα στο βήμα 4, ανάλογα με τις τακτικές που ισχύουν, αποφασίζεται ποια ενέργεια (Action) θα εκτελεστεί. Η ενέργεια που επιλέγεται καταγράφεται από τον ανιχνευτή στο βήμα 5, και τέλος το chatbot αποκρίνεται στον χρήστη εμφανίζοντας του μία απάντηση, βήμα 6.



Εικόνα 43: Αρχιτεκτονική Rasa framework [52]

5.5 Flask framework

Για να ενσωματωθούν οι υλοποιήσεις αυτές σε μία εφαρμογή web χρησιμοποιείται το πλαίσιο flask [57]. Το flask είναι ένα “micro-web” πλαίσιο γραμμένο σε γλώσσα python, το οποίο έχει δημιουργηθεί το 2010 από τον Armin Ronacher σαν πρωταπριλιάτικο αστείο, και παρέχει χρήσιμα εργαλεία για την εύκολη δημιουργία web εφαρμογών σε python. Ορίζεται ως micro-web πλαίσιο γιατί δεν απαιτεί κάποιο επιπλέον εργαλείο ή βιβλιοθήκη. Θεωρείται κατάλληλο για αρχάριους προγραμματιστές, αφού υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογής με την χρήση ενός μόνο αρχείου python. Είναι εύκολο στην εκμάθηση και επεκτάσιμο – ο προγραμματιστής μπορεί να προσθέσει οποιαδήποτε επιπλέον λειτουργία χρειάζεται. Στο documentation του πλαισίου παρέχεται πλήρη περιγραφή των δυνατοτήτων του με ποικίλα παραδείγματα. Τέλος, σημαντικό χαρακτηριστικό του είναι ότι βασίζεται στην βιβλιοθήκη WSGI (Web Server Gateway Interface), η οποία είναι μία απλή σύμβαση κλήσεων για τους web servers ώστε να προωθούν τα αιτήματα τους στις web εφαρμογές.

5.6 Αναλυτική περιγραφή της λειτουργίας της εφαρμογής

Για την εγγραφή κώδικα και την εκπαίδευση των αλγορίθμων, χρησιμοποιήθηκε το google colab [58]. Είναι ένα δωρεάν εργαλείο που παρέχεται για εγγραφή κώδικα σε γλώσσα Python χωρίς να χρειάζεται κάποια μορφοποίηση ή απαίτηση όσον αφορά την GPU. Ενδείκνυται για την δημιουργία μοντέλων μηχανικής μάθησης, αφού ο προγραμματιστής μπορεί να γράφει στατικό κείμενο και σε επόμενο κελί να εκτελεί τον κώδικά του. Όλες οι λεπτομέρειες για την χρήση του υπάρχουν στην ιστοσελίδα του. Η αποθήκευση του μοντέλου γίνεται σε μορφή pickle – Εικόνα 44. Το pickle είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που επιτρέπει την αποθήκευση των μοντέλων, τον διαμοιρασμό του και την φόρτωση προεκπαιδευμένων μοντέλων μηχανικής μάθησης. Έτσι, όταν δημιουργηθεί η εφαρμογή web που θα προβλέπει την πιθανότητα να είναι ο χρήστης θετικός ή αρνητικός, το μοντέλο θα είναι ήδη εκπαιδευμένο και δεν θα χρειάζεται να εκπαιδευτεί την στιγμή που ο χρήστης πατάει το κουμπί για να εμφανιστούν τα αποτελέσματά του και να περιμένει ακόμη και ώρες για την εκπαίδευση του μοντέλου εξ’ αρχής.

```
import pickle

with open('model1', 'wb') as files:
    pickle.dump(model, files)
```

Εικόνα 44: Αποθήκευση μοντέλου ως αρχείο pickle

Covid-19 Predictor
Select the values that's true about you

Gender:
Female

Cough:
No

Fever:
No

Sore Throat:
No

Shortness of breath:
No

Head ache:
No

Age:
Under 60

Why did you get a test?
Contact with confirmed/Abroad

Predict

Εικόνα 45: Ερωτηματολόγιο για την εξαγωγή της πρόβλεψης

Κατά την δημιουργία της HTML (HyperText Markup Language) σελίδας υπάρχουν οκτώ επιλογές (Εικόνα 45) – ώστε ο χρήστης να τσεκάρει τις τιμές που ισχύουν για τον εαυτό του – όσες και οι τιμές εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση του μοντέλου. Για να “τρέξει” ο κώδικας γίνεται χρήση του πλαισίου flask που έχει περιγραφεί παραπάνω, κεφάλαιο 5.5. Στην φόρμα που έχει σχεδιαστεί, χρησιμοποιείται η μέθοδος POST – `<form action = "{{url_for('predict')}}" method = "POST" class = "info">` - καθώς οι τιμές που επιλέγει ο χρήστης πρέπει να μεταφερθούν στο μοντέλο για να πραγματοποιήσει την πρόβλεψή του και να εμφανίσει τα αποτελέσματα στον χρήστη. Παρακάτω θα αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται το flask (Εικόνα 46).

```

1  from flask import Flask, redirect, url_for, request, render_template
2  import requests
3  import numpy as np
4  import json
5  import pickle
6  from flask import jsonify
7  app = Flask(__name__)
8  @app.route("/")
9  def index():
10     return render_template("index.html")
11 def ValuePredictor(to_predict_list):
12     to_predict = np.array(to_predict_list).reshape(1,8)
13     loaded_model = pickle.load(open("model.pkl","rb"))
14     result = loaded_model.predict(to_predict)
15     return result[0]
16
17
18 @app.route('/',methods = ['POST'])
19 def predict():
20     if request.method == 'POST':
21         to_predict_list = request.form.to_dict()
22         to_predict_list=list(to_predict_list.values())
23         to_predict_list = list(map(int, to_predict_list))
24         result = ValuePredictor(to_predict_list)
25         if int(result)== 1:
26             return render_template("index.html", prediction_text='Your covid-19 test result is positive with 80% accuracy')
27         else:
28             return render_template("index.html", prediction_text='Your covid-19 test result is negative with 80% accuracy')
29 #Run app
30 if __name__ == "__main__":
31     app.run(debug=True)

```

Εικόνα 46: Αρχείο app.py για την εισαγωγή του μοντέλου μηχανικής μάθησης

Η συνάρτηση predict (γραμμή 19), η οποία εμφανίζει τα αποτελέσματα της πρόβλεψης θα εκτελεστεί μόνο αν λάβει αίτημα POST από την σελίδα html και πάρει τις τιμές που έχει εισάγει ο χρήστης στην φόρμα – ερωτηματολόγιο (γραμμή 21). Όλα αυτά γίνονται αφού πρώτα έχει φορτωθεί το μοντέλο μηχανικής μάθησης σε μορφή pickle (γραμμή 13). Με την συνάρτηση render_template() δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης μίας μεταβλητής python (γραμμή 26, 28) στην σελίδα html – Εικόνα 47.

```
<p class = "result"><b>{{ prediction_text }}</b></p>
```

Εικόνα 47: Μεταβλητή στο αρχείο index.html

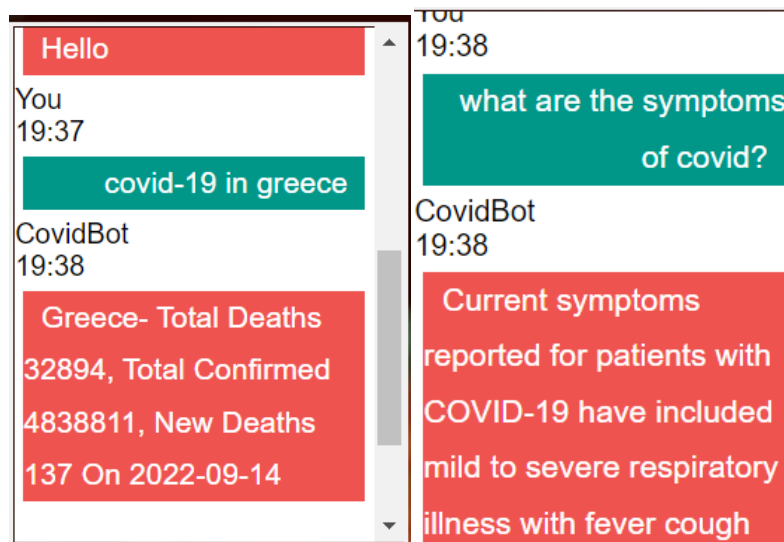
Η λειτουργία των Rasa αρχείων έχει περιγραφεί στα προηγούμενα κεφάλαια και ο κώδικας των αρχείων υπάρχει στο Παράρτημα Β. Αφού γίνει η εκπαίδευση του chatbot χρησιμοποιώντας την εντολή rasa train, πρέπει να γίνει η εμφάνιση του σε μία ιστοσελίδα μέσω του πλαισίου flask Εικόνα 48. Καθώς ο χρήστης εισάγει το μήνυμά του, αυτό λαμβάνεται προς επεξεργασία από το chatbot με την μέθοσο request.form() (γραμμή 14). Αμέσως γίνεται η μετατροπή του εισερχόμενου κειμένου σε μορφή JSON (γραμμές 15-19). Τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται στον server του chatbot του οποίου η εξ'ορισμού θύρα είναι η 5005. Το chatbot ολοκληρώνει την διαδικασία της επεξεργασίας και στέλνει την απάντησή του, η οποία θα μετατραπεί και πάλι σε μορφή JSON (γραμμή 21). Η απάντηση αυτή θα σταλεί στη ιστοσελίδα, στο frontend κομμάτι (index.html), για να εμφανιστεί στον χρήστη μαζί με το δικό του μήνυμα. Στο chatbot ο χρήστης μπορεί να κάνει ερωτήσεις σχετικά με τα κρούσματα και τους θανάτους για τον κορονοϊό σε οποιαδήποτε χώρα και ερωτήσεις σχετικές με τον κορονοϊό Εικόνα 49.

```

1 from flask import Flask, redirect, url_for, request, render_template
2 import requests
3 import numpy as np
4 import json
5 import pickle
6 from flask import jsonify
7 #Flask initialization
8 app = Flask(__name__)
9 @app.route("/")
10 def index():
11     return render_template("index.html")
12 @app.route("/get", methods=["GET","POST"])
13 def chatbot_response():
14     msg = request.form["msg"]
15     data = json.dumps({
16         "sender": "Rasa",
17         "message": msg
18     })
19     headers = {'Content-type': 'application/json', 'Accept': 'text/plain', }
20     res = requests.post('http://localhost:5005/webhooks/rest/webhook', data= data, headers = headers)
21     res = res.json()
22     resp=[]
23     for i in range(len(res)):
24         message = {
25             "": res[i].get("text")
26         }
27     resp.append(message)
28     result=resp
29     return str(result)

```

Εικόνα 48: Αρχείο app.py κατά την ενσωμάτωση του Rasa chatbot



Εικόνα 49: Εμφάνιση αποτελεσμάτων του chatbot

Κεφάλαιο 6ο:

Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

6.1 Συμπεράσματα

Η ανθρωπότητα δεν ήταν προετοιμασμένη ώστε να αντιμετωπίσει την πανδημία του κορονοϊού. Παρόλ' αυτά αντέδρασε όσο γρηγορότερα γινόταν με θέσπιση προληπτικών μέτρων και μαζικές απαγορεύσεις κυκλοφορίας. Ο κορονοϊός έπληξε όλους τους τομείς – υγειονομικό, οικονομικό, εκπαιδευτικό, εργασιακό – και γενικότερα την καθημερινότητα όλων. Αυτή η πανδημία διαφέρει σε σχέση με τις προηγούμενες ως προς την τεχνολογική εξέλιξη της εποχής. Η τεχνολογία αποδείχθηκε χρήσιμο εργαλείο για την αντιμετώπιση του κορονοϊού. Εκτός του ότι οι άνθρωποι παρέμειναν συνδεδεμένοι μεταξύ τους επικοινωνώντας μέσω διαφόρων πλατφορμών, μπορούσαν να εργάζονται, να εκπαιδεύονται εξ' αποστάσεως ώστε να μην χάνουν πολύτιμο χρόνο από την ζωή τους και να μην αισθάνονται απομονωμένοι.

Επιπλέον, πολύ σύντομα ξεκίνησε και η δημιουργία εφαρμογών με στόχο κυρίως την αποτροπή της εξάπλωσης της πανδημίας. Όμως η έλλειψη δεδομένων και ιατρικού ιστορικού λόγω της νέας άγνωστης πανδημίας, ο διαμοιρασμός ευαίσθητων προσωπικών στοιχείων και η έλλειψη κατάλληλων τεχνολογικών υποδομών σε κάποιες χώρες υπήρξαν εμπόδια στην ορθή και ολοκληρωτική χρήση των τεχνολογιών. Με την πάροδο του χρόνου, την ανάπτυξη εμβολίων, την καταγραφή ολοένα και περισσότερων δεδομένων για ερευνητικούς σκοπούς αλλά και την δημιουργία ασφαλέστερων συστημάτων υπάρχει ελπίδα για την ολική αντιμετώπιση της πανδημίας ως κοινή ιάσιμη γρίπη.

6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Στην παρούσα διπλωματική έγινε μία προσπάθεια εκπαίδευσης αλγορίθμων για την πρόβλεψη της πιθανότητας ο χρήστης να αποτελεί κρούσμα κορονοϊού, αλλά και η εκπαίδευση ενός ψηφιακού βοηθού που είναι σε θέση να απαντά για τα καθημερινά κρούσματα, τους θανάτους για κάθε χώρα αλλά και σε ερωτήσεις σχετικές με τον κορονοϊό (συμπτώματα, ερωτήματα που αφορούν την καθημερινότητα, τα ηλικιωμένα άτομα, την εκπαίδευση). Η προσπάθεια αυτή επιδέχεται αρκετές επεκτάσεις.

Όσον αφορά την εκπαίδευση του μοντέλου μηχανικής μάθησης, οι επεκτάσεις που μπορούν αν γίνουν σε μελλοντική έρευνα είναι οι εξής:

- Χρήση περισσότερων ερωτημάτων που αφορούν την υγεία του χρήστη είτε συμπτώματα νέων μεταλλάξεων, ώστε τα αποτελέσματα να έχουν περισσότερη ισχύ.
- Χρήση ενός πιο πρόσφατου συνόλου δεδομένων, καθώς το συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης αφορά καταγραφές ασθενών κατά το πρώτο διάστημα της πανδημίας.
- Αποθήκευση των δεδομένων που εισάγει ο χρήστης και ανεξαρτήτως αποτελεσμάτων του μοντέλου να γίνεται επιβεβαίωση ή διάψευση τους με αποτελέσματα τεστ για τον κορονοϊό
- Εκπαίδευση των δεδομένων με περισσότερους αλγορίθμους και ενός πιο ισορροπημένου συνόλου δεδομένων εξ' αρχής ώστε να μην χρειάζονται πολλές αλλαγές και χάνονται ή μεταβάλλονται πολύτιμες πληροφορίες.

Σχετικά με το chatbot, το οποίο έχει δημιουργηθεί με την χρήση του εργαλείου rasa μπορούν να γίνουν αρκετές προσθήκες αφού αποτελεί ένα εντελώς νέο εκπαιδευτικό αντικείμενο και οι δυνατότητες που προσφέρει είναι πάρα πολλές. Μερικές από τις προσθήκες αναφέρονται παρακάτω:

- Αποθήκευση συζητήσεων που πραγματοποιεί το chatbot με τον εκάστοτε χρήστη για να υπάρχει ιστορικό καταγραφής συνομιλιών το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση του ώστε να απαντά ορθότερα σε μελλοντικές συζητήσεις.
- Περισσότερα δεδομένα εκπαίδευσης για τις ερωτήσεις σχετικά με τον κορονοϊό και κατηγοριοποίηση τους ανάλογα με τον τομέα που ενδιαφέρει τον καθένα (σχολείο, παιδιά, εργασία, ηλικιωμένα άτομα κλπ).
- Για να είναι πιο ελεγχόμενο το chatbot, και να αποκλειστεί όσο το δυνατόν περισσότερο το ενδεχόμενο να δώσει μία λάθος απάντηση θα ήταν χρήσιμη η τοποθέτηση κουμπιών – έχει γίνει σχετική προσπάθεια αλλά δεν ήταν δυνατή η εμφάνισή τους κατά την ενσωμάτωση του chatbot με το flask. Με την χρήση κουμπιών δίνονται συγκεκριμένες επιλογές στον χρήστη περιορίζοντάς τον αλλά δίνεται η εντύπωση ότι το chatbot λειτουργεί τέλεια καθώς “γνωρίζει” τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει εξ’ αρχής.
- Όταν ο χρήστης θέλει να ρωτήσει για τα κρούσματα της κάθε χώρας, θα ήταν πιο ευπαρουσίαστο αν του εμφανιζόταν ένας χάρτης ώστε να επιλέξει την χώρα για την οποία επιθυμεί να αντλήσει πληροφορίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] M. Honigsbaum, "Pandemic", *The Lancet*, vol. 373, no. 9679, p. 1939, 2009. Available: 10.1016/s0140-6736(09)61053-9.
- [2] D. Morens, G. Folkers and A. Fauci, "What Is a Pandemic?", *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 200, no. 7, pp. 1018-1021, 2009. Available: 10.1086/644537
- [3] U. Khan, R. Mehta, M. Arif and O. Lakhani, "Pandemics of the past: A Narrative Review", *Journal of the Pakistan Medical Association*, 2020. Available: 10.5455/jpma.11.
- [4] D. Huremović, "Brief History of Pandemics (Pandemics Throughout History)", *Psychiatry of Pandemics*, pp. 7-35, 2019. Available: 10.1007/978-3-030-15346-5_2.
- [5] J. Oxford, "Influenza A pandemics of the 20th century with special reference to 1918: virology, pathology and epidemiology", *Reviews in Medical Virology*, vol. 10, no. 2, pp. 119-133, 2000.
- [6] T. Velavan and C. Meyer, "The COVID-19 epidemic", *Tropical Medicine & International Health*, vol. 25, no. 3, pp. 278-280, 2020. Available: 10.1111/tmi.13383.
- [7] V. Chamola, V. Hassija, V. Gupta and M. Guizani, "A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 90225-90265, 2020. Available: 10.1109/access.2020.2992341.
- [8] O. Watson, G. Barnsley, J. Toor, A. Hogan, P. Winskill and A. Ghani, "Global impact of the first year of COVID-19 vaccination: a mathematical modelling study", *The Lancet Infectious Diseases*, vol. 22, no. 9, pp. 1293-1302, 2022. Available: 10.1016/s1473-3099(22)00320-6.
- [9] J. Peteet, "COVID-19 Anxiety", *Journal of Religion and Health*, vol. 59, no. 5, pp. 2203-2204, 2020. Available: 10.1007/s10943-020-01041-4.
- [10] A. Kumar Verma and S. Prakash, "IMPACT OF COVID-19 ON ENVIRONMENT AND SOCIETY", *Journal of Global Biosciences*, vol. 9, no. 5, pp. 7352-7363, 2020. Available: www.mutagens.co.in/jgb/vol.09/05/090506.pdf.
- [11] S. Daniel, "Education and the COVID-19 pandemic", *PROSPECTS*, vol. 49, no. 1-2, pp. 91-96, 2020. Available: 10.1007/s11125-020-09464-3.
- [12] S. Whitelaw, M. Mamas, E. Topol and H. Van Spall, "Applications of digital technology in COVID-19 pandemic planning and response", *The Lancet Digital Health*, vol. 2, no. 8, pp. e435-e440, 2020. Available: 10.1016/s2589-7500(20)30142-4.
- [13] H. Panwar, P. Gupta, M. Siddiqui, R. Morales-Menendez and V. Singh, "Application of deep learning for fast detection of COVID-19 in X-Rays using nCOVnet", *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 138, p. 109944, 2020. Available: 10.1016/j.chaos.2020.109944.

- [14] A. Sharma, S. Bahl, A. Bagha, M. Javaid, D. Shukla and A. Haleem, "Blockchain technology and its applications to combat COVID-19 pandemic", *Research on Biomedical Engineering*, vol. 38, no. 1, pp. 173-180, 2020. Available: 10.1007/s42600-020-00106-3.
- [15] Y. Siriwardhana, C. De Alwis, G. Gur, M. Ylianttila and M. Liyanage, "The Fight Against the COVID-19 Pandemic With 5G Technologies", *IEEE Engineering Management Review*, vol. 48, no. 3, pp. 72-84, 2020. Available: 10.1109/emr.2020.3017451.
- [16] Facebook.com, 2020. [Online]. Available: <https://www.facebook.com/WHO/posts/fact-5g-mobile-networks-do-not-spread-covid-19/3049850971726932/> [Accessed: 27- Jun-2022].
- [17] M. Nasajpour, S. Pouriyeh, R. Parizi, M. Dorodchi, M. Valero and H. Arabnia, "Internet of Things for Current COVID-19 and Future Pandemics: an Exploratory Study", *Journal of Healthcare Informatics Research*, vol. 4, no. 4, pp. 325-364, 2020. Available: 10.1007/s41666-020-00080-6.
- [18] H. Stevens and M. Haines, "TraceTogether: Pandemic Response, Democracy, and Technology", *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, vol. 14, no. 3, pp. 523-532, 2020. Available: 10.1215/18752160-8698301.
- [19] Play.google.com, 2022. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=sg.gov.tech.bluetrace&hl=en&gl=US>. [Accessed: 10- Jul- 2022].
- [20] R. Gupta, M. Bedi, P. Goyal, S. Wadhwa and V. Verma, "Analysis of COVID-19 Tracking Tool in India", *Digital Government: Research and Practice*, vol. 1, no. 4, pp. 1-8, 2020. Available: 10.1145/3416088.
- [21] Play.google.com, 2022. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=nic.goi.aarogyasetu&hl=en_IN&gl=US. [Accessed: 15- Jul- 2022].
- [22] "HaMagen - The Ministry of Health App for Fighting the Spread of Coronavirus", *Govextra.gov.il*, 2022. [Online]. Available: <https://govextra.gov.il/ministry-of-health/hamagen-app/download-en/>. [Accessed: 27- Jun- 2022].
- [23] L. Bai et al., "Chinese experts' consensus on the Internet of Things-aided diagnosis and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19)", *Clinical eHealth*, vol. 3, pp. 7-15, 2020. Available: 10.1016/j.ceh.2020.03.001.
- [24] Play.google.com, 2022. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=au.gov.health.covidsafe&hl=el&gl=US>. [Accessed: 27- Jun-2022].
- [25] "Covid-19 Sounds App - University of Cambridge", *Covid-19-sounds.org*, 2022. [Online]. Available: <https://www.covid-19-sounds.org/el/>. [Accessed: 27- Jun- 2022].
- [26] Play.google.com, 2022. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.my.patientdata&hl=el&gl=US>. [Accessed:

28- Jun- 2022].

- [27] Play.google.com, 2022. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.kreativzirkel.coronika&hl=el&gl=US>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [28] "Virusafe", *Virusafe.info*, 2022. [Online]. Available: <https://virusafe.info/>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [29] "The WHO Academy's COVID-19 mobile learning app", *Who.int*, 2022. [Online]. Available: <https://www.who.int/about/who-academy/the-who-academy-s-covid-19-mobile-learning-app>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [30] "Mediktor", *Mediktor.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.mediktor.com/el-gr>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [31] "TousAntiCovid | TousAntiCovid", *TousAntiCovid | TousAntiCovid*, 2022. [Online]. Available: <https://bonjour.tousanticovid.gouv.fr/>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [32] Play.google.com, 2022. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.ministerodellasalute.immuni&hl=el&gl=US>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [33] "COVID-19 Thematic Website - Together, We Fight the Virus - "StayHomeSafe" Mobile App User Guide", *Coronavirus.gov.hk*, 2022. [Online]. Available: <https://www.coronavirus.gov.hk/eng/stay-home-safe.html>. [Accessed: 28-Jun- 2022].
- [34] "Global Social Media Statistics — DataReportal – Global Digital Insights", *DataReportal – Global Digital Insights*, 2022. [Online]. Available: <https://datareportal.com/social-media-users>. [Accessed: 17- Aug- 2022].
- [35] "QCovid™ risk calculator", *Qcovid.org*, 2022. [Online]. Available: <https://qcovid.org/>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [36] C. Mountzouris, "greekCovid.com | Στατιστικά δεδομένα για τη πανδημία του COVID-19 στην Ελλάδα.", *Greekcovid.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.greekcovid.com/>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [37] "Find Vaccine centers", *Bing.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.bing.com/covid/local/greece>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [38] I. Sitata, "Check your entry requirements for travel and the local travel restrictions at your destination | Sitata", *Covidchecker.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.covidchecker.com/en/>. [Accessed: 28- Jun- 2022].
- [39] E. Adamopoulou and L. Moussiades, "Chatbots: History, technology, and applications", *Machine Learning with Applications*, vol. 2, p. 100006, 2020. Available: 10.1016/j.mlwa.2020.100006.

- [40] M. Almalki and F. Azeez, "Health Chatbots for Fighting COVID-19: a Scoping Review", *Acta Informatica Medica*, vol. 28, no. 4, p. 241, 2020. Available: 10.5455/aim.2020.28.241-247.
- [41] www.gov.sg, 2022. [Online]. Available: <https://www.gov.sg/article/govsg-on-whatsapp>. [Accessed: 06- Jul- 2022].
- [42] Y. Zoabi, S. Deri-Rozov and N. Shomron, "Machine learning-based prediction of COVID-19 diagnosis based on symptoms", *npj Digital Medicine*, vol. 4, no. 1, 2021. Available: 10.1038/s41746-020-00372-6.
- [43] N. Chawla, K. Bowyer, L. Hall and W. Kegelmeyer, "SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique", *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 16, pp. 321-357, 2002. Available: 10.1613/jair.953.
- [44] R. C. Bhagat, S. S. Patil, "Enhanced SMOTE Algorithm for Classification of Imbalanced Big-Data using Random Forest", *2015 IEEE International Advance Computing Conference (IACC)*, pp. 403-408, 2015.
- [45] I. Pratama, A. E. Permanasari, I. Ardiyanto, and R. Indrayani, "A review of missing values handling methods on time-series data," *2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 2016.
- [46] X. Zou, Y. Hu, Z. Tian and K. Shen, "Logistic Regression Model Optimization and Case Analysis", *2019 IEEE 7th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)*, 2019. Available: 10.1109/iccsnt47585.2019.8962457.
- [47] I. El Naqa, R. Li, and M. J. Murphy, Eds., *Machine Learning in Radiation Oncology*. Cham: Springer International Publishing, pp.21, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-18305-3.
- [48] L. Liu, "Research on Logistic Regression Algorithm of Breast Cancer Diagnose Data by Machine Learning", *2018 International Conference on Robots & Intelligent System (ICRIS)*, 2018. Available: 10.1109/icris.2018.00049.
- [49] "Features — LightGBM 3.3.2 documentation", [Lightgbm.readthedocs.io](https://lightgbm.readthedocs.io), 2022. [Online]. Available: <https://lightgbm.readthedocs.io/en/v3.3.2/Features.html>. [Accessed: 12- Jun- 2022].
- [50] M. Singh, M. Wasim Bhatt, H. Bedi and U. Mishra, "Performance of bernoulli's naive bayes classifier in the detection of fake news", *Materials Today: Proceedings*, 2020. Available: 10.1016/j.matpr.2020.10.896.
- [51] "sklearn.naive_bayes.BernoulliNB", *scikit-learn*, 2022. [Online]. Available: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.naive_bayes.BernoulliNB.html. [Accessed: 10-Aug- 2022].
- [52] "Introduction to Rasa Open Source", *Rasa.com*, 2022. [Online]. Available: <https://rasa.com/docs/rasa/>. [Accessed: 21- Aug- 2022].

- [53] "COVID19 API", *COVID19 API*, 2022. [Online]. Available: <https://covid19api.com/>. [Accessed: 12- Apr- 2022].
- [54] "GitHub - deepset-ai/COVID-QA: API & Webapp to answer questions about COVID-19. Using NLP (Question Answering) and trusted data sources.", *GitHub*, 2022. [Online]. Available: <https://github.com/deepset-ai/COVID-QA>. [Accessed: 10- Apr- 2022].
- [55] "GitHub - seatgeek/thewuzz: Fuzzy String Matching in Python", *GitHub*, 2022. [Online]. Available: <https://github.com/seatgeek/thewuzz>. [Accessed: 16- May- 2022].
- [56] R. Haldar, D. Mukhopadhyay, "Levenshtein Distance Technique in Dictionary Lookup Methods: An Improved Approach", *Web Intelligence & Distributed Computing Research Lab*, 2011. Available: arXiv:1101.1232v1.
- [57] M. Copperwaite and C. Leifer, *Learning Flask framework*. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2015, pp. 1-20.
- [58] "Google Colaboratory", *Colab.research.google.com*, 2022. [Online]. Available: <https://colab.research.google.com/>. [Accessed: 03- Sep- 2022].

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Μοντέλα μηχανικής μάθησης

Μοντέλο LightGBM

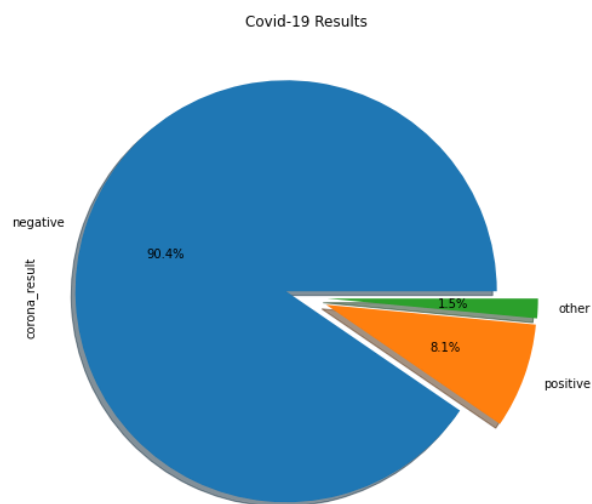
```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

- Εισαγωγή συνόλου δεδομένων από το csv αρχείο

```
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
covid=pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/My Thesis/corona_dataset.csv')
```

- Απεικόνιση δεδομένων

```
covid['corona_result'].value_counts().plot.pie(explode=[0.1,0.1,0.1],autopct='%1.1f%%',shadow=True,figsize=(10,8))
plt.title("Covid-19 Results")
plt.show()
```



Εικόνα 50: Αρχικό σύνολο δεδομένων

```
covid.head()
```

	test_date	cough	fever	sore_throat	shortness_of_breath	head_ache	corona_result	age_60_and_above	gender	test_indication
0	2020-11-12	0	0	0	0	0	negative	No	male	Other
1	2020-11-12	0	1	0	0	0	negative	No	male	Other
2	2020-11-12	0	0	0	0	0	negative	Yes	female	Other
3	2020-11-12	0	0	0	0	0	negative	No	male	Other
4	2020-11-12	0	1	0	0	0	negative	No	male	Contact with confirmed

Εικόνα 51: Εμφάνιση των 5 πρώτων γραμμών του συνόλου δεδομένων

```
covid.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>  
RangeIndex: 2742596 entries, 0 to 2742595  
Data columns (total 10 columns):  
test_date          object  
cough              int64  
fever              int64  
sore_throat        int64  
shortness_of_breath int64  
head_ache          int64  
corona_result      object  
age_60_and_above  object  
gender             object  
test_indication    object  
dtypes: int64(5), object(5)  
memory usage: 209.2+ MB
```

Εικόνα 52: Πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του συνόλου δεδομένων

- Διαγραφή στήλης 'test_date' καθώς δεν μας προσφέρει κάποια πληροφορία

```
covid = covid.drop('test_date', 1)
```

-Έλεγχος δεδομένων όσον αφορά τις τιμές που παίρνουν

```
covid['cough'].value_counts()
```

```
0    2631258  
1    111338  
Name: cough, dtype: int64
```

Εικόνα 53: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'cough'

```
covid['fever'].value_counts()
```

```
0    2645600  
1     96996  
Name: fever, dtype: int64
```

Εικόνα 54: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'fever'

```
covid['sore_throat'].value_counts()
```

```
0    2712512  
1     30084  
Name: sore_throat, dtype: int64
```

Εικόνα 55: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'sore_throat'

```
covid['shortness_of_breath'].value_counts()
```

```
0    2731579  
1     11017  
Name: shortness_of_breath, dtype: int64
```

Εικόνα 56: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'shortness_of_breath'

```
covid['head_ache'].value_counts()
0    2682655
1     59941
Name: head_ache, dtype: int64
```

Εικόνα 57: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'head_ache'

```
covid['corona_result'].value_counts()
negative    2480403
positive    220975
other        41218
Name: corona_result, dtype: int64
```

Εικόνα 58: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'corona_result'

```
covid['age_60_and_above'].value_counts()
No    1908553
Yes    286399
Name: age_60_and_above, dtype: int64
```

Εικόνα 59: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'age_60_and_above'

```
covid['gender'].value_counts()
female    1371444
male      1278266
Name: gender, dtype: int64
```

Εικόνα 60: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'gender'

```
covid['test_indication'].value_counts()
Other                2547559
Contact with confirmed  170742
Abroad                24295
Name: test_indication, dtype: int64
```

Εικόνα 61: Ποσό τιμών για το χαρακτηριστικό 'test_indication'

-Τα δεδομένα που έχουν τρία χαρακτηριστικά γνωρίσματα π.χ. corona_result (negative, positive, other) είτε τα διαγράφουμε είτε ενσωματώνουμε τις τιμές τους στην μικρότερη κλάση όπως θα κάνουμε παρακάτω

```
corona_result_categories = {'negative':'negative', 'positive':'positive',
                             'other':'positive'}
covid['corona_result'] = [corona_result_categories[x] for x in covid['corona_result']]
covid['corona_result'].value_counts()
negative    2480403
positive    262193
Name: corona_result, dtype: int64
```

Εικόνα 62: Διαμόρφωση τιμών του χαρακτηριστικού 'corona_result'

```
test_indication_categories = {'Other':'Other', 'Contact with confirmed':'Confirmed contact/Abroad',
                              'Abroad':'Confirmed contact/Abroad'}
covid['test_indication'] = [test_indication_categories[x] for x in covid['test_indication']]
```

```
covid['test_indication'].value_counts()
```

```
Other                2547559
Confirmed contact/Abroad  195037
Name: test_indication, dtype: int64
```

Εικόνα 63: Διαμόρφωση τιμών του χαρακτηριστικού 'test_indication'

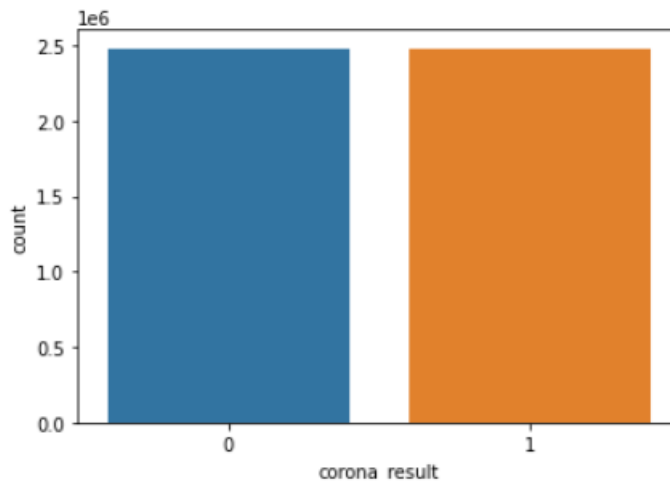
-Μετατροπή των κατηγορηματικών χαρακτηριστικών σε αριθμητικά

```
cleanup_nums = {"corona_result": {"negative": 0, "positive": 1},
                "age_60_and_above": {"No": 0, "Yes": 1},
                "gender": {"female": 0, "male": 1},
                "test_indication": {"Other": 0, "Confirmed contact/Abroad": 1}}
covid = covid.replace(cleanup_nums)
```

-Παρατηρούμε ότι η μεταβλητή στόχος corona_result έχει εαγάλη διαφορά όσον αφορά τις τιμές της οπότε πρέπει να δημιουργήσουμε ένα ισορροπημένο σύνολο. Χρησιμοποιούμε την μέθοδο oversampling για να δημιουργηθούν νέα δείγματα της κλάσης με τα λιγότερα χαρακτηριστικά (1:positive)

```
from sklearn.utils import resample
df_majority = covid[(covid['corona_result']==0)]
df_minority = covid[(covid['corona_result']==1)]
import seaborn as sbn
df_minority_upsampled = resample(df_minority,
                                 replace=True,
                                 n_samples= 2480403,
                                 random_state=42)
covid_upsampled = pd.concat([df_minority_upsampled, df_majority])
sbn.countplot(covid_upsampled['corona_result'])
```

<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fdf38ed2250>



Εικόνα 64: Διαμόρφωση της τιμής 'corona_result' μετά την εφαρμογή της μεθόδου oversampling

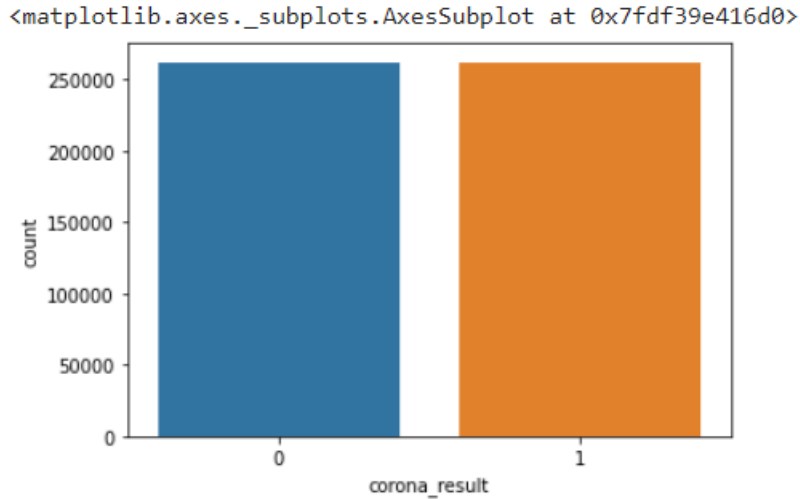
-Εναλλακτικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο undersampling για να διαγράψουμε δείγματα της κλάσης με τα περισσότερα χαρακτηριστικά (0:negative)

```
df_majority_downsampled = resample(df_majority,
                                   replace=True,
```

```

n_samples=262193,
random_state=42)
covid_downsampled = pd.concat([df_majority_downsampled, df_minority])
sbn.countplot(covid_downsampled['corona_result'])

```



Εικόνα 65: Διαμόρφωση της τιμής ‘corona_result’ μετά την εφαρμογή της μεθόδου undersampling

-Εκπαίδευση & αποτελέσματα αλγορίθμου με την μέθοδο oversampling

```

X=covid_upsampled[['cough','fever','sore_throat','shortness_of_breath','head_ache','age_60_and_above','gender',
test_indication']].values
y=covid_upsampled['corona_result'].values
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train,x_test,y_train,y_test=train_test_split(X,y,test_size=0.25,random_state=42)
import lightgbm as lgb
model = lgb.LGBMClassifier(learning_rate=0.09,max_depth=-5,random_state=42)
model.fit(x_train,y_train,eval_set=[(x_test,y_test),(x_train,y_train)],
verbose=20,eval_metric='logloss')

print('Training accuracy {:.4f}'.format(model.score(x_train,y_train)))
print('Testing accuracy {:.4f}'.format(model.score(x_test,y_test)))

```

```

Training accuracy 0.7587
Testing accuracy 0.7593

```

Εικόνα 66: Ποσοστό ακρίβειας του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο oversampling

```

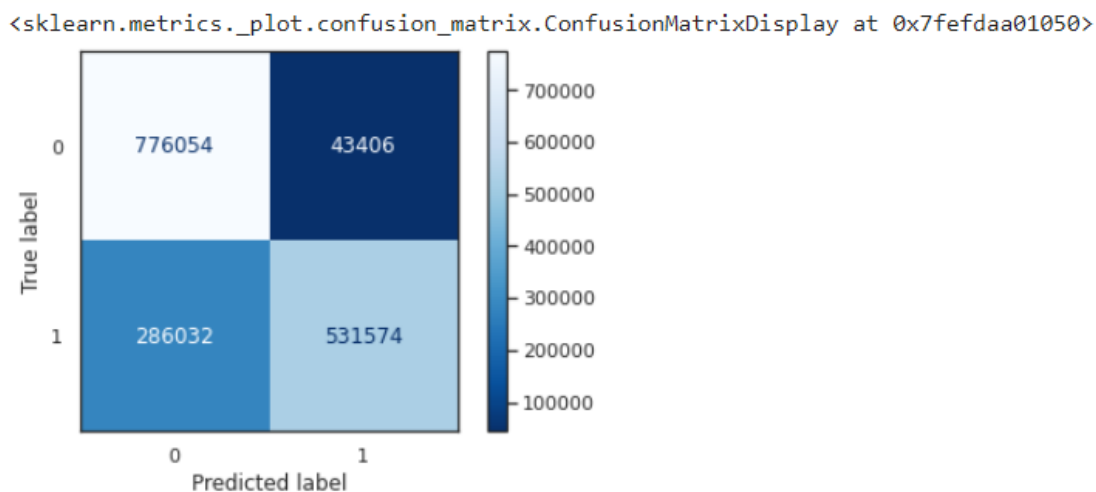
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test,model.predict(x_test)))

```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.95	0.80	620797
1	0.91	0.57	0.70	619405
accuracy			0.76	1240202
macro avg	0.80	0.76	0.75	1240202
weighted avg	0.80	0.76	0.75	1240202

Εικόνα 67: Μετρικές του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο oversampling

```
metrics.plot_confusion_matrix(model,x_test,y_test,cmap='Blues_r')
```



Εικόνα 68: Πίνακας σύγχυσης του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο oversampling

-Εκπαίδευση και αποτελέσματα αλγορίθμου με την μέθοδο undersampling

```
X_down=covid_downsampled[['cough','fever','sore_throat','shortness_of_breath','head_ache','age_60_and_above',
'gender','test_indication']].values
y_down=covid_downsampled['corona_result'].values
from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train,x_test,y_train,y_test=train_test_split(X_down,y_down,test_size=0.33,random_state=42)
import lightgbm as lgb
model_down = lgb.LGBMClassifier(learning_rate=0.09,max_depth=-5,random_state=42)
model_down.fit(x_train,y_train,eval_set=[(x_test,y_test),(x_train,y_train)],
verbose=20,eval_metric='logloss')

print("Training accuracy {:.4f}'.format(model_down.score(x_train,y_train)))
print("Testing accuracy {:.4f}'.format(model_down.score(x_test,y_test)))

Training accuracy 0.7596
Testing accuracy 0.7589
```

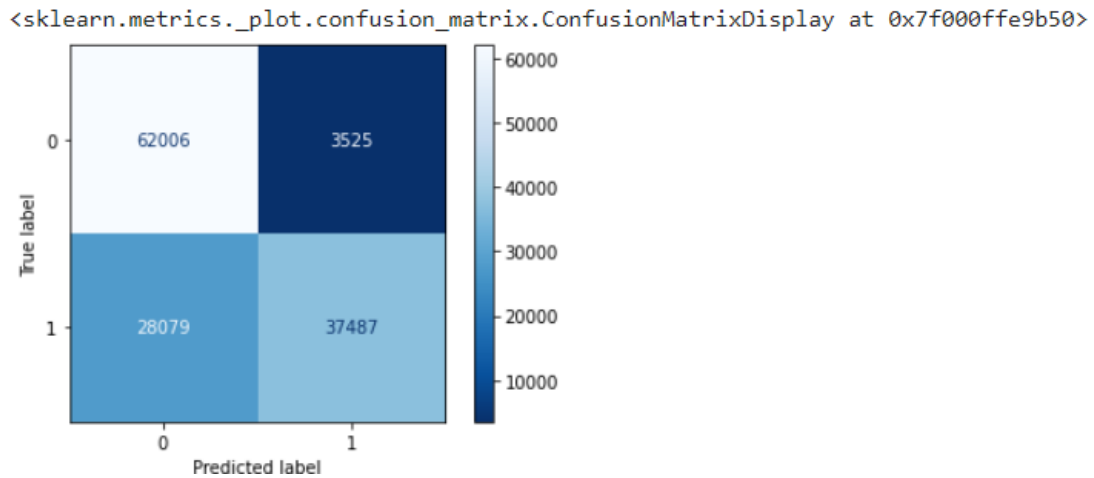
Εικόνα 69: Ποσοστό ακρίβειας του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο undersampling

```
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test,model_down.predict(x_test)))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.95	0.80	65531
1	0.91	0.57	0.70	65566
accuracy			0.76	131097
macro avg	0.80	0.76	0.75	131097
weighted avg	0.80	0.76	0.75	131097

Εικόνα 70: Μετρικές του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο undersampling

```
metrics.plot_confusion_matrix(model_down,x_test,y_test,cmap='Blues_r')
```



Εικόνα 71: Πίνακας σύγχυσης του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο undersampling

-Χρήση μεθόδου SMOTE ώστε να δημιουργηθούν καταλληλότερα δείγματα της κλάσης με τις λιγότερες τιμές (1:positive). Για να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο SMOTE θα πρέπει να διαχειριστούμε τις ελλειπούσες τιμές είτε διαγράφοντας τες είτε αντικαθιστώντας τες. Αρχικά εξετάζουμε ποια γνωρίσματα έχουν μηδενικές τιμές

```
covid = covid.dropna()
X_train_smote=covid[['cough','fever','sore_throat','shortness_of_breath','head_ache','age_60_and_above','gender','test_indication']].values
```

```
from imblearn.over_sampling import SMOTE
sm = SMOTE(random_state = 2)
X_train_res, y_train_res = sm.fit_resample(X_train_smote, Y_train_smote.ravel())

len(y_train_res[y_train_res=="negative"]),len(y_train_res[y_train_res=="positive"]) (1943172, 1943172)
import lightgbm as lgb
model = lgb.LGBMClassifier(learning_rate=0.09,max_depth=-5,random_state=42)
model.fit(X_train_res,y_train_res,eval_set=[(x_test,y_test),(X_train_res,y_train_res)],verbose=20,eval_metric='logloss')
print("Training accuracy {:.4f}'.format(model.score(X_train_res,y_train_res)))
print("Testing accuracy {:.4f}'.format(model.score(x_test,y_test)))
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
```

```

from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test,model.predict(x_test)))
metrics.plot_confusion_matrix(model,x_test,y_test,cmap='Blues_r')

```

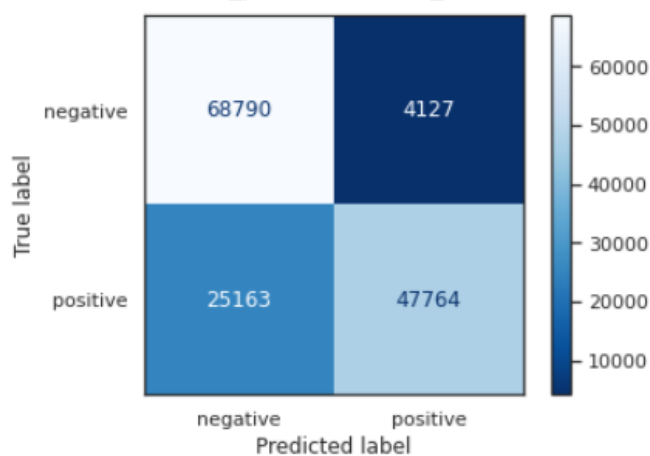
```

Training accuracy 0.7993
Testing accuracy 0.7992

```

	precision	recall	f1-score	support
negative	0.73	0.94	0.82	72917
positive	0.92	0.65	0.77	72927
accuracy			0.80	145844
macro avg	0.83	0.80	0.79	145844
weighted avg	0.83	0.80	0.79	145844

```
<sklearn.metrics._plot.confusion_matrix.ConfusionMatrixDisplay at 0x7fefe528f90>
```



Εικόνα 72: Μετρικές του ταξινομητή LGBM με την μέθοδο SMOTE

-Αποθήκευση μοντέλου

```

import pickle
with open('modelGBM', 'wb') as files:
    pickle.dump(model, files)

```

Logistic Regression

-Διαχείριση ελλειπουσών τιμών αντικαθιστώντας τες με την υπερισχύουσα τιμή της μεταβλητής

```

covid['age_60_and_above'] = covid['age_60_and_above'].fillna('No')
covid['gender'] = covid['gender'].fillna('female')
cleanup_nums = {"corona_result": {"negative": 0, "positive": 1},
                "age_60_and_above": {"No": 0, "Yes": 1},
                "gender": {"female": 0, "male": 1},
                "test_indication": {"Other": 0, "Confirmed contact/Abroad": 1}}
covid = covid.replace(cleanup_nums)

```

Μέθοδος upsampling

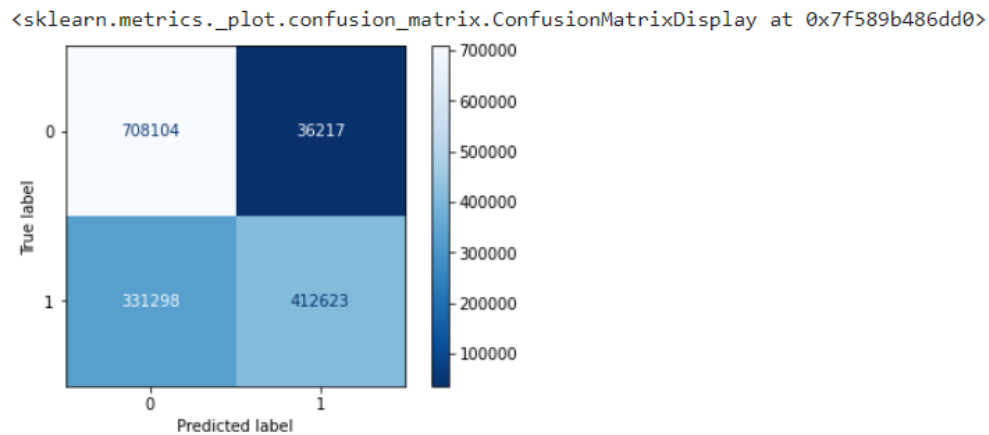
```

from sklearn.linear_model import LogisticRegression
modeluplog = LogisticRegression()
modeluplog.fit(X_train_up, y_train_up)
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test_up,modeluplog.predict(x_test_up)))

```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.68	0.95	0.79	744321
1	0.92	0.55	0.69	743921
accuracy			0.75	1488242
macro avg	0.80	0.75	0.74	1488242
weighted avg	0.80	0.75	0.74	1488242

Εικόνα 73: Μετρικές του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο oversampling
`metrics.plot_confusion_matrix(modeluplog,x_test_up,y_test_up,cmap='Blues_r')`



Εικόνα 74: Πίνακας Σύγχυσης του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο oversampling

Μέθοδος downsampling

```

from sklearn.linear_model import LogisticRegression
model_downlog = LogisticRegression()
model_downlog.fit(X_train_down, y_train_down)

from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix

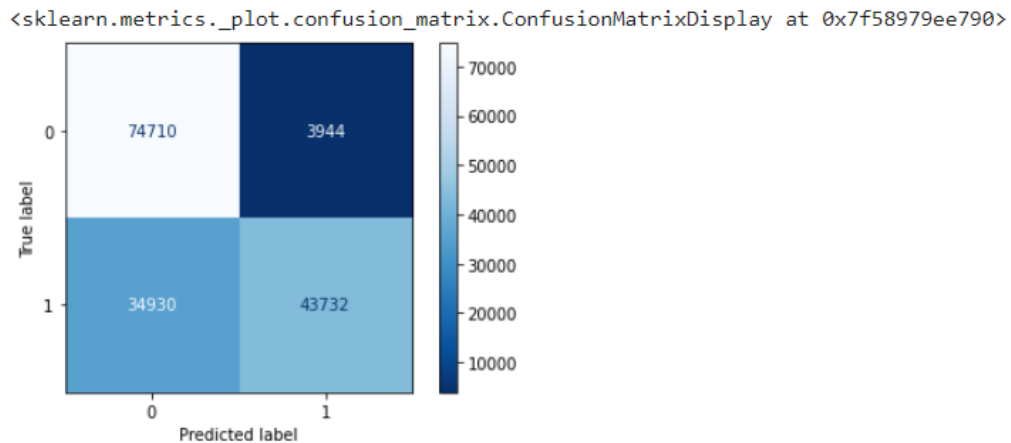
print(metrics.classification_report(y_test_down,model_downlog.predict(x_test_down)))

```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.68	0.95	0.79	78654
1	0.92	0.56	0.69	78662
accuracy			0.75	157316
macro avg	0.80	0.75	0.74	157316
weighted avg	0.80	0.75	0.74	157316

Εικόνα 75: Μετρικές του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο undersampling

```
metrics.plot_confusion_matrix(model_downlog,x_test_down,y_test_down,cmap='Blues_r')
```



Εικόνα 76: Πίνακας σύγχυσης του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο oversampling

Μέθοδος SMOTE

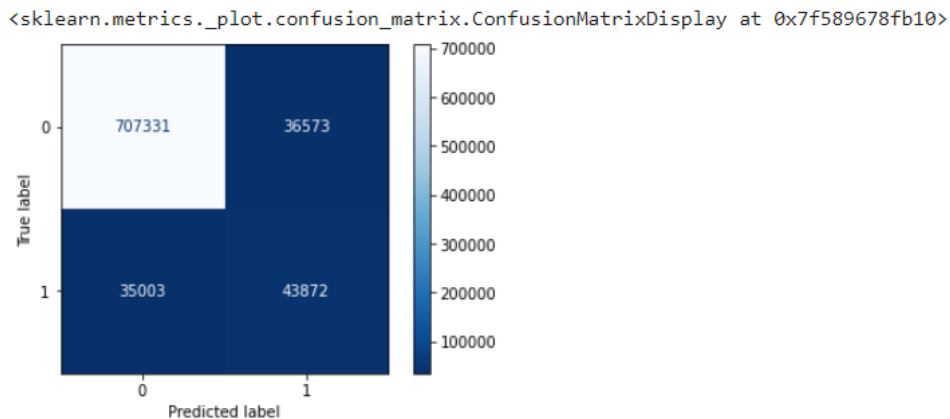
```
from imblearn.over_sampling import SMOTE
sm = SMOTE(random_state = 2)
X_train_res, y_train_res = sm.fit_resample(X_train,y_train.ravel())
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
model = LogisticRegression()
model.fit(X_train_res, y_train_res)

from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test,model.predict(x_test)))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	0.95	0.95	743904
1	0.55	0.56	0.55	78875
accuracy			0.91	822779
macro avg	0.75	0.75	0.75	822779
weighted avg	0.91	0.91	0.91	822779

Εικόνα 77: Μετρικές του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο SMOTE

```
metrics.plot_confusion_matrix(model,x_test,y_test,cmap='Blues_r')
```



Εικόνα 78: Πίνακας σύγκρισης του ταξινομητή Logistic Regression με την μέθοδο SMOTE

Naive Bayes

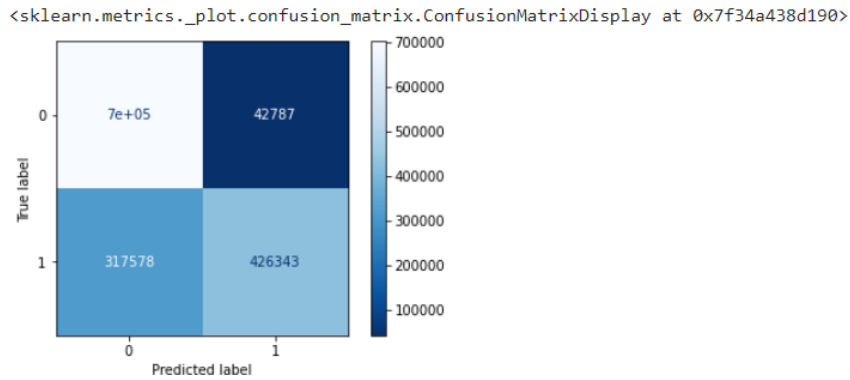
Μέθοδος upsampling

```
from sklearn.naive_bayes import BernoulliNB
modelup = BernoulliNB()
modelup.fit(X_train_up, y_train_up)
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test_up,modelup.predict(x_test_up)))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.94	0.80	744321
1	0.91	0.57	0.70	743921
accuracy			0.76	1488242
macro avg	0.80	0.76	0.75	1488242
weighted avg	0.80	0.76	0.75	1488242

Εικόνα 79: Μετρικές του ταξινομητή Naive Bayes με την μέθοδο oversampling

```
metrics.plot_confusion_matrix(modelup,x_test_up,y_test_up,cmap='Blues_r')
```



Εικόνα 80: Πίνακας σύγχυσης του ταξινομητή Naive Bayes με την μέθοδο oversampling

Μέθοδος downsampling

```

from sklearn.naive_bayes import BernoulliNB
modeldown = BernoulliNB()
modeldown.fit(X_train_down, y_train_down)
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test_down,modeldown.predict(x_test_down)))

```

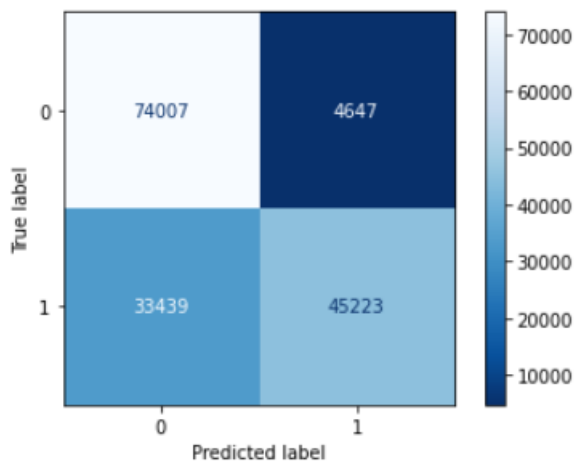
	precision	recall	f1-score	support
0	0.69	0.94	0.80	78654
1	0.91	0.57	0.70	78662
accuracy			0.76	157316
macro avg	0.80	0.76	0.75	157316
weighted avg	0.80	0.76	0.75	157316

Εικόνα 81: Μετρικές του ταξινομητή Naive Bayes με την μέθοδο downsampling

```

metrics.plot_confusion_matrix(modeldown,x_test_down,y_test_down,cmap='Blues_r')
<sklearn.metrics._plot.confusion_matrix.ConfusionMatrixDisplay at 0x7f34a5e5f490>

```



Εικόνα 82: Πίνακας σύγχυσης του ταξινομητή Naive Bayes με την μέθοδο downsampling

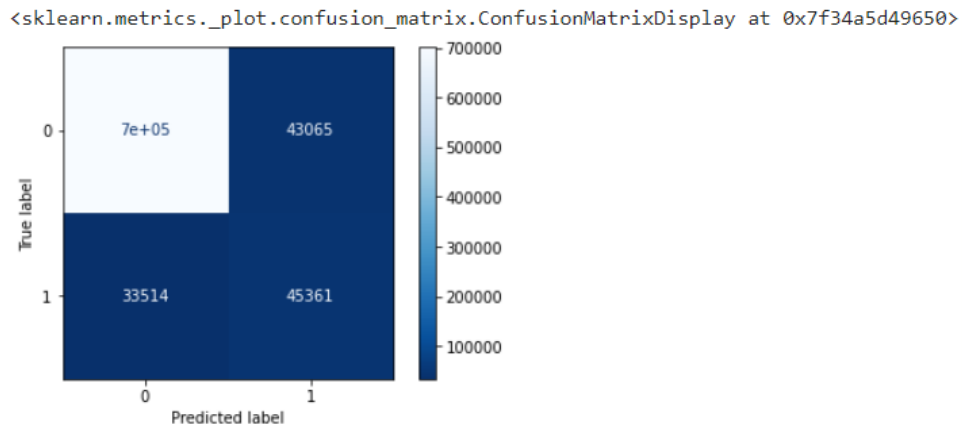
Μέθοδος SMOTE

```
from imblearn.over_sampling import SMOTE
sm = SMOTE(random_state = 2)
X_train_res, y_train_res = sm.fit_resample(X_train, y_train.ravel())
from sklearn.naive_bayes import BernoulliNB
model = BernoulliNB()
model.fit(X_train_res, y_train_res)
from numpy import argmax
from sklearn import metrics
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
print(metrics.classification_report(y_test, model.predict(x_test)))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.95	0.94	0.95	743904
1	0.51	0.58	0.54	78875
accuracy			0.91	822779
macro avg	0.73	0.76	0.75	822779
weighted avg	0.91	0.91	0.91	822779

Εικόνα 83: Μετρικές του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο SMOTE

```
metrics.plot_confusion_matrix(model, x_test, y_test, cmap='Blues_r')
```



Εικόνα 84: Πίνακας σύγχυσης του ταξινομητή Naïve Bayes με την μέθοδο SMOTE

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Δημιουργία Rasa Chatbot

Αρχείο actions.py

```
from typing import Any, Text, Dict, List

from rasa_sdk import Action, Tracker

from rasa_sdk.executor import CollectingDispatcher

import json

import requests

from fuzzywuzzy import fuzz

from fuzzywuzzy import process

import pandas as pd

class ActionCoronaTracker(Action):

    def name(self) -> Text:

        return "action_corona_tracker"

    def run(self, dispatcher: CollectingDispatcher,

            tracker: Tracker,

            domain: Dict[Text, Any]) -> List[Dict[Text, Any]]

        response=requests.get('https://api.covid19api.com/summary').json()

        entities=tracker.latest_message['entities']

        print("Latest Message Now", entities)

        for e in entities:

            if e['entity'] == "country":

                country = e['value']

        message = "Please enter correct country name"

        for data in response ["Countries"]:

            if data["Country"] == country.title():

                print(data)

                data["TotalDeaths"] = str(data["TotalDeaths"])

                data["TotalConfirmed"]=str(data["TotalConfirmed"])

                data["NewDeaths"]=str(data["NewDeaths"])

                data ["Date"] = data["Date"][0:10]

                message=data["Country"] + "- Total Deaths: " + data["TotalDeaths"] + ", Total Confirmed: " +

                data["TotalConfirmed"]+ ", New Deaths: " + data["NewDeaths"]+" On " + data ["Date"]
```

```

    print(message)
    dispatcher.utter_message(message)
    return []
class GetAnswer(Action):
    def __init__(self):
        self.faq_data = pd.read_csv("C:/Users/User/CBot/data/faq_data.csv",delimiter="|",encoding='cp1252')
    def name(self):
        return "action_get_answer"
    def run(self, dispatcher, tracker, domain):
        query = tracker.latest_message.get('text')
        questions = self.faq_data['question'].values.tolist()
        answer = self.faq_data['answer'].values.tolist()
        Ratios = process.extract(query, questions)
        print(Ratios)
        matched_question, score = process.extractOne(query, questions, scorer=fuzz.token_set_ratio)
        if score > 80:
            matched_row = self.faq_data.loc[self.faq_data['question'] == matched_question,]
            answer = matched_row['answer'].values[0]
            question = matched_row['question'].values[0]
            response = "Here's something I found, {}".format(answer)
        else:
            response = "Sorry I couldn't find anything relevant to your query!"
        dispatcher.utter_message(response)

```

Αρχείο nlu.yml

version: "3.1"

nlu:

- intent: greet

examples: |

- hey

- hello

- hi

- hello there

- good morning

- good evening
- moin
- hey there
- let's go
- hey dude
- goodmorning
- goodevening
- good afternoon

- intent: goodbye

examples: |

- cu
- good by
- see you later
- good night
- bye
- goodbye
- have a nice day
- see you around
- bye bye
- see you later

- intent: affirm

examples: |

- yes
- y
- indeed
- of course
- that sounds good
- correct

- intent: deny

examples: |

- no
- n
- never

- I don't think so
- don't like that
- no way
- not really
- intent: mood_great
- examples: |
- perfect
- great
- amazing
- happy
- feeling like a king
- wonderful
- I am feeling very good
- I am great
- I am amazing
- I am going to save the world
- super stoked
- extremely good
- so so perfect
- so good
- so perfect
- intent: mood_unhappy
- examples: |
- my day was horrible
- I am sad
- I don't feel very well
- I am disappointed
- super sad
- I'm so sad
- sad
- very sad
- unhappy
- not good
- not very good
- extremely sad

- so saad
- so sad
- intent: bot_mood

examples: |

- how are you?
- what about you?
- are you good?
- are you sad?
- how do you feel?
- are you ok?
- fine you?

- intent: bot_challenge

examples: |

- are you a bot?
- are you a human?
- am I talking to a bot?
- am I talking to a human?

- intent: corona_country

examples: |

- Tell me about covid in [Greece](country)
- I want to know the covid situation in [Italy](country)
- Corona virus in [Brazil](country)
- Covid in [Spain](country)
- Could you inform me about corona virus in [Australia](country)
- Covid-19 in [Japan](country)
- What's the situation of covid-19 in [Canada](country)
- What about covid in [Denmark](country)
- Outbreaks of corona virus in [Lithuania](country)
- Number of people infected in [Moldova](country)

- intent : help_me

examples : |

- How could you help me?
- Could you help me?
- I want help
- What could you tell me?

- I want information about covid.
- What kind of answers could you give me.
- I wanna get information.
- Help me
- Help me please
- I want your help

- intent : thank_u

examples: |

- Thank you
- Ok thank u
- thanks
- ty
- thank u
- Thanks for your info

- intent: FAQ

examples: |

- What is a novel coronavirus?
- What is the source of the virus?
- How does the virus spread?
- Will warm weather stop the outbreak of COVID-19?
- How can I help protect myself?
- What are the symptoms and complications that COVID-19 can cause?
- Should I avoid contact with pets or other animals if I am sick with COVID-19?
- Who is at risk for COVID-19?
- What are the symptoms of COVID-19?
- Why might someone blame or avoid individuals and groups (create stigma) because of COVID-19?
- Can someone who has had COVID-19 spread the illness to others?
- Can someone who has been quarantined for COVID-19 spread the illness to others?
- Can the virus that causes COVID-19 be spread through food, including refrigerated or frozen food?
- What is community spread?
- What should I do if I had close contact with someone who has COVID-19?
- Who is at higher risk for serious illness from COVID-19?
- Should I be tested for COVID-19?
- Can a person test negative and later test positive for COVID-19?
- What should healthcare professionals and health departments do?

- Am I at risk if I go to a funeral or visitation service for someone who died of COVID-19?
- Am I at risk if I touch someone who died of COVID-19 after they have passed away?
- Should I cancel my international trip?
- What is the risk of getting COVID-19 on an airplane?
- How can my family and I prepare for COVID-19?
- What should I do if someone in my house gets sick with COVID-19?
- How can I prepare for COVID-19 at work?
- Where did the outbreak start?
- Have there been similar outbreaks in the past?
- How long will this outbreak last?
- Am I protected against COVID-19 if I had the influenza vaccine this year?
- Is there a vaccine against the virus?
- Should schools and day centres be closed?
- What should I do after returning from a trip abroad?
- What is Social Distancing?
- What is Novel Coronavirus (COVID-19)?
- What's the current risk?
- When can patients with confirmed COVID-19 be discharged from the hospital?
- If a pregnant woman has COVID-19 during pregnancy, will it hurt the baby?
- Can COVID-19 cause problems for a pregnancy?
- Should children wear masks?
- What steps should parents take to protect children during a community outbreak?
- Will schools be dismissed if there is an outbreak in my community?

- synonym: covid

examples: |

- covid-19
- Covid-19
- coronavirus
- COVID-19
- covid
- COVID
- Covid
- virus
- corona virus

Αρχείο stories.yml

version: "3.1"

stories:

- story: happy path

steps:

- intent: greet

- action: utter_greet

- intent: mood_great

- action: utter_happy

- story: sad path 1

steps:

- intent: greet

- action: utter_greet

- intent: mood_unhappy

- action: utter_cheer_up

- action: utter_did_that_help

- intent: affirm

- action: utter_happy

- story: sad path 2

steps:

- intent: greet

- action: utter_greet

- intent: bot_mood

- action: utter_bot_mood

- intent: mood_unhappy

- action: utter_cheer_up

- action: utter_did_that_help

- intent: deny

- action: utter_goodbye

- story: corona tracker path 1

steps:

- intent: corona_country

- action: action_corona_tracker

- intent: thank_u

- action: utter_thanks
- story: help me
- steps:
 - intent: help_me
 - action: utter_help
- story: faq
- steps:
 - intent: FAQ
 - action: action_get_answer
- story: corona tracker path 2
- steps:
 - intent: corona_country
 - action: action_corona_tracker

Αρχείο rules.yml

```
version: "3.1"
rules:
  - rule: Ask user to repeat when you don't understand
  steps:
    - intent: nlu_fallback
    - action: utter_repeat
```

Αρχείο index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Chatbot</title>
  <meta charset="UTF-8">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="{{ url_for('static', filename='style.css')}}"/>
  <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.2.1/jquery.min.js"></script>
</head>
<body>
<style>
  body{
    background-image:url('{{ url_for('static', filename='/coronavirus.jpg')}}');
```

```

}
</style>
<div class = "intro">
<h3>Covid-19 Predictor</h3>
<b>
<p class = "Note"><b>Select the values that's true about you</b></p>
</b>
<br>
<form action = "{{url_for('predict')}}" method = "POST" class = "info">
<label for="gender_class">Gender:</label><br>
<select id="gender_class" name="gender_class">
<option value="0">Female</option>
<option value="1">Male</option>
</select><br>
<label for="cough_class">Cough:</label><br>
<select id="cough_class" name="cough_class">
<option value="0">No</option>
<option value="1">Yes</option>
</select><br>
<label for="fever_class">Fever:</label><br>
<select id="fever_class" name="fever_class">
<option value="0">No</option>
<option value="1">Yes</option>
</select><br>
<label for="sore_class">Sore Throat:</label><br>
<select id="sore_class" name="sore_class">
<option value="0">No</option>
<option value="1">Yes</option>
</select><br>
<label for="breath_class">Shortness of breath:</label><br>
<select id="breath_class" name="breath_class">
<option value="0">No</option>
<option value="1">Yes</option>
</select><br>
<label for="headache_class">Head ache:</label><br>

```

```

    <select id="headache_class" name="headache_class">
        <option value="0">No</option>
        <option value="1">Yes</option>
    </select><br>
<label for="age_class">Age:</label><br>
    <select id="age_class" name="age_class">
        <option value="0">Under 60</option>
        <option value="1">60 and above</option>
    </select><br>
<label for="test_class">Why did you get a test?</label><br>
    <select id="test_class" name="test_class">
        <option value="0">Contact with confirmed/Abroad</option>
        <option value="1">Other</option>
    </select><br>
    <button type="submit" class="btnpre">Predict</button>
</form><br>
<div class="pred">
    <p class="result"><b>{{ prediction_text }}</b></p>
</div>
</div>

<button class="open-button" onclick="openForm()">Chat</button>
<div class="chat-popup" id="myForm">
    <header class="msger-header">
        <div class="msger-header-title">
            Covidbot
        </div>
    </header>
    <form id="f1">
        <div id="chatbox">
            <div class="msg-info-name">Covidbot</div>
            <div class="msg-info-time"><p><span id='date-time'></span></p></div>
            <div class="botText"><span>Hi! I'm CovidBot.</span></div>
        </div>
        <div id="userInput">

```

```

    <input id="text" type="text" class="msg" placeholder="Type your message" > <br>
    <button type="submit" id="send" class="btn btn-warning">Send</button>
    <button type="button" class="btn btn-cancel" onclick="closeForm()">Close</button>
  </div>
</form>
<div>
<script>
function openForm() {
document.getElementById("myForm").style.display = "block";
var today = new Date();
var time = today.getHours() + ":" + today.getMinutes();
document.getElementById('date-time').innerHTML=time;;
const BOT_NAME = "CovidBot<br>";
const PERSON_NAME = "You<br>" ;
$(document).ready(function() {
$("#f1").on("submit", function(event) {
var rawText = $("#text").val();
var userHtml = '<p class="userText"><span>' + rawText + '</span></p>';
$("#text").val("");
var c = formatDate(new Date());
$("#chatbox").append(PERSON_NAME,c, userHtml);
document.getElementById("userInput").scrollIntoView({
block: "start",
behavior: "smooth",
});
$.ajax({
data: {
msg: rawText,
},
type: "POST",
url: "/get",
}).done(function(data) {
var botHtml = '<p class="botText"><span>' + data + '</span></p>';
var a = botHtml.replace(/[\n]{:}]/g,"");
console.log(a);

```

```

    var b = formatDate(new Date());
    $("#chatbox").append(BOT_NAME,b,($.parseHTML(a)));
    document.getElementById("userInput").scrollIntoView({
        block: "start",
        behavior: "smooth",
    });
});
event.preventDefault();
});
function formatDate(date) {
    const h = "0" + date.getHours();
    const m = "0" + date.getMinutes();
    return `${h.slice(-2)}:${m.slice(-2)}`;
}
function closeForm() {
    document.getElementById("myForm").style.display = "none";
}
</script>
</body>
</html>

```

Αρχείο app.py

```

from flask import Flask, redirect, url_for, request, render_template
import requests
import numpy as np
import json
import pickle
from flask import jsonify
#Flask initialization
app = Flask(__name__)
@app.route("/")
def index():
    return render_template("index.html")
@app.route("/get", methods=["GET", "POST"])

```

```

def chatbot_response():
    msg = request.form["msg"]
    data = json.dumps({
        "sender": "Rasa",
        "message": msg
    })
    headers = {'Content-type': 'application/json', 'Accept': 'text/plain', }
    res = requests.post('http://localhost:5005/webhooks/rest/webhook', data= data, headers = headers)
    res = res.json()
    resp=[]
    for i in range(len(res)):
        message = {
            "text": res[i].get("text")
        }
    resp.append(message)
    result=resp
    return str(result)

def ValuePredictor(to_predict_list):
    to_predict = np.array(to_predict_list).reshape(1,8)
    loaded_model = pickle.load(open("model.pkl","rb"))
    result = loaded_model.predict(to_predict)
    return result[0]

@app.route('/',methods = ['POST'])
def predict():
    if request.method == 'POST':
        to_predict_list = request.form.to_dict()
        to_predict_list=list(to_predict_list.values())
        to_predict_list = list(map(int, to_predict_list))
        result = ValuePredictor(to_predict_list)
        if int(result)== 1:
            return render_template('index.html', prediction_text='Your covid-19 test result is positive with 80% accuracy')
        else:
            return render_template('index.html', prediction_text='Your covid-19 test result is negative with 80% accuracy')

if __name__ == "__main__":

```

```
app.run(debug=True)
```

Αρχείο domain.yml

```
version: "3.1"
```

```
intents:
```

- greet
- goodbye
- affirm
- deny
- mood_great
- mood_unhappy
- bot_challenge
- corona_country
- help_me
- thank_u
- bot_mood
- FAQ

```
actions:
```

- action_corona_tracker
- action_get_answer

```
entities:
```

- country

```
responses:
```

```
utter_greet:
```

- text: "Hello"

```
utter_cheer_up:
```

- text: "I'm so sorry about that :("

```
utter_repeat:
```

- text: "I'm sorry.I can't understand.Could please repeat in other words?"

```
utter_bot_mood:
```

- text: "Fine, thanks for asking"

```
utter_did_that_help:
```

- text: "Did that help you?"

```
utter_help:
```

- text: "I can help you with relevant questions about covid"

```
utter_happy:
- text: "Great, carry on!"

utter_goodbye:
- text: "Bye"

utter_iamabot:
- text: "I am a bot, powered by Rasa."

utter_thanks:
- text: "It's my pleasure."

session_config:
  session_expiration_time: 60
  carry_over_slots_to_new_session: true
```

Αρχείο config.yml

```
language: en
pipeline:
- name: WhitespaceTokenizer
  case_sensitive: False
- name: RegexFeaturizer
- name: LexicalSyntacticFeaturizer
- name: CountVectorsFeaturizer
- name: CountVectorsFeaturizer
  analyzer: char_wb
  min_ngram: 1
  max_ngram: 4
- name: CRFEntityExtractor
- name: DIETClassifier
  epochs: 100
- name: EntitySynonymMapper
- name: ResponseSelector
  epochs: 100
- name: FallbackClassifier
  threshold: 0.7
  ambiguity_threshold: 0.1
policies:
- name: MemoizationPolicy
- name: TEDPolicy
  max_history: 5
  epochs: 100
- name: RulePolicy
```