



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΡΟΣΩΠΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
WEB CAMERA ΚΑΙ OPENCV -EMGU LIBRARY**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ

Επιβλέπων καθηγητής: Παναγιώτης Βλάμος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο Πρώτο :

- 1.1 Ορισμός βιομετρικής
- 1.2 Σύγχρονες αντιλήψεις για την βιομετρική
- 1.3 Η διαδικασία που ακολουθούν τα βιομετρικά συστήματα
- 1.4 Συστήματα πιστοποίησης και συστήματα αναγνώρισης

Κεφάλαιο Δεύτερο :

- 2.1 Βασικές Έννοιες της Αναγνώρισης Προτύπων
- 2.2 Κλάσεις προτύπων και πρότυπα
- 2.3 Ανύχνευσης και Αναγνώριση Προσώπου
- 2.4 Τα Στάδια σε ένα Σύστημα Αναγνώρισης Προσώπου

Κεφάλαιο Τρίτο :

- 3.1 Τεχνικές αναγνώρισης προσώπου
- 3.2 Αναγνώριση με την χρήση του αλγορίθμου «eigenface»
- 3.3 Αναγνώριση προσώπου με την χρήση του Δισδιάστατου Συντελεστή Συσχέτισης (2D Coefficient of Correlation)
 - 3.3.1 Πλεονεκτήματα
 - 3.3.2 Μειονεκτήματα και περιορισμοί του συντελεστή συσχέτισης r
- 3.4 Αναγνώριση προσώπων με χρήση του χάρτη ακμών (Edge map)
 - 3.4.1 Απόσταση Hausdorff
 - 3.4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου χάρτη ακμών (Edge map)
 - 3.4.3 Πλεονεκτήματα
 - 3.4.4 Μειονεκτήματα

Κεφάλαιο Τέταρτο :

- 4.1 Προυποθέσεις υλοποίησης ενός συστήματος αναγνώρισης προσώπου
- 4.2 Η γλώσσα προγραμματισμού C#
 - 4.2.1 Η γλώσσα C# είναι σχεδιασμένη :
- 4.3 Ανάπτυξη σε περιβάλλον Visual Studio
- 4.4 Open Source Computer Vision Library – OpenCV

4.4.1 Ανίχνευση Προσώπων με την OpenCV

4.5 Η Εκπαίδευση του Ταξινομητή

4.6 Η Συνάρτηση Ανίχνευσης

4.7 Η συνάρτηση cvHaarDetectObjects δέχεται τις εξής παραμέτρους:

Κεφάλαιο Πέμπτο :

5.1 Παρουσίαση και εκτέλεση της εφαρμογής

Βιβλιογραφία

ΣΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΕΣ

Σχήμα 1.....σελ 9	σελ 9
Σχήμα 2.....σελ 9	σελ 9
Σχήμα 3.....σελ 17	σελ 17
Εικόνα 1.....σελ 22	σελ 22
Εικόνα 2.....σελ 22	σελ 22
Εικόνα 3.....σελ 22	σελ 22
Εικόνα 4.....σελ 23	σελ 23
Εικόνα 5σελ 26	σελ 26
Εικόνα 6.....σελ 36	σελ 36
Εικόνα 7.....σελ 37	σελ 37
Εικόνα 8.....σελ 37	σελ 37
Εικόνα 9.....σελ 38	σελ 38
Εικόνα 10.....σελ 38	σελ 38
Εικόνα 11.....σελ 39	σελ 39
Εικόνα 12.....σελ 39	σελ 39
Εικόνα 13.....σελ 40	σελ 40
Εικόνα 14.....σελ 40	σελ 40
Εικόνα 15.....σελ 41	σελ 41
Εικόνα 16σελ 41	σελ 41
Εικόνα 17.....σελ 42	σελ 42
Εικόνα 18.....σελ 42	σελ 42
Εικόνα 19.....σελ 43	σελ 43
Εικόνα 20.....σελ 43	σελ 43
Εικόνα 21.....σελ 44	σελ 44
Εικόνα 22.....σελ 44	σελ 44
Εικόνα 23σελ 45	σελ 45
Εικόνα 24.....σελ 46	σελ 46

Εικόνα 25.....σελ	46
Εικόνα 26.....σελ	47
Εικόνα 27.....σελ	47
Εικόνα 28.....σελ	48
Εικόνα 29.....σελ	49
Εικόνα 30.....σελ	49
Εικόνα 31.....σελ	50
Εικόνα 32.....σελ	51
Εικόνα 33.....σελ	52
Εικόνα 34.....σελ	52
Εικόνα 35.....σελ	53
Εικόνα 36.....σελ	53
Εικόνα 37.....σελ	54
Εικόνα 38.....σελ	55
Εικόνα 39.....σελ	55
Εικόνα 40.....σελ	56
Εικόνα 41.....σελ	56
Γράφημα1.....σελ	56
Εικόνα 42.....σελ	57
Γράφημα2.....σελ	57
Εικόνα 43.....σελ	58
Εικόνα 44.....σελ	58
Εικόνα 45.....σελ	59

Εικόνα 46.....	σελ 60
Εικόνα 47.....	σελ 60
Εικόνα 48.....	σελ 61
Εικόνα 49.....	σελ 62
Εικόνα 50.....	σελ 62
Εικόνα 51.....	σελ 63
Εικόνα 52.....	σελ 63
Εικόνα 53.....	σελ 64
Γράφημα3.....	σελ65
Γράφημα4.....	σελ65
Εικόνα 54.....	σελ 65
Εικόνα 55.....	σελ 65
Εικόνα 56.....	σελ 66
Εικόνα 57.....	σελ 66
Γράφημα5.....	σελ66
Εικόνα 58.....	σελ 67
Εικόνα 59.....	σελ 67
Εικόνα 60.....	σελ 68
Εικόνα 61.....	σελ 68
Εικόνα 62.....	σελ 69
Εικόνα 63.....	σελ 69
Εικόνα 64.....	σελ 70
Εικόνα 65.....	σελ 70
Εικόνα 66.....	σελ 71
Εικόνα 67.....	σελ 71
Εικόνα 68.....	σελ 72
Εικόνα 69.....	σελ 72
Εικόνα 70.....	σελ 73
Εικόνα 71.....	σελ 74

Εικόνα 72.....	σελ 74
Εικόνα 73.....	σελ 75
Εικόνα 74.....	σελ 75
Εικόνα 75.....	σελ 76
Εικόνα 76.....	σελ 76
Εικόνα 77.....	σελ 77
Εικόνα 78.....	σελ 78
Εικόνα 79.....	σελ 78
Εικόνα 80.....	σελ 79
Εικόνα 81.....	σελ 79
Εικόνα 82.....	σελ 80
Εικόνα 83.....	σελ 80
Εικόνα 84.....	σελ 81
Εικόνα 85.....	σελ 81

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη σύγχρονη εποχή, οι εφαρμογές που δημιουργούνται για την έγκυρη ταυτοποίηση ενός ατόμου, αυξάνονται διαρκώς και μαζί με αυτές αυξάνεται και η ανάγκη για νέες μεθόδους πιστοποίησης που δεν θα αναγκάζουν τους ανθρώπους να θυμούνται πολύπλοκους κωδικούς πρόσβασης ή διάφορα έγγραφα πιστοποίησης για την επαλήθευση της ταυτότητάς τους. Η χρήση νέων τεχνολογικών μεθόδων, οι οποίες ονομάζονται βιομετρικές μέθοδοι, δίνουν τη δυνατότητα στον άνθρωπο να επαληθεύει την εγκυρότητα της ταυτότητάς του μέσω δακτυλικού αποτυπώματος, χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς του, τη γεωμετρία της παλάμης, τη στάση του σώματός του, τον τόνο της φωνής του ή ακόμα και μέσω του τρόπου με τον οποίο υπογράφει κάποια ηλεκτρονική φόρμα.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναφορά στην χρήση βιομετρικών συστημάτων και πληροφορικής. Πιο συγκεκριμένα, ασχολούμαστε με το σύστημα αναγνώρισης προσώπου (facial recognition system) που έχει ως στόχο του την αυτόματη αναγνώριση ή ταυτοποίηση ενός προσώπου μέσω μιας εικόνας ή ενός βίντεο. Η αναγνώριση προσώπου μπορεί να γίνει με αρκετούς τρόπους, ένας από τους οποίους είναι συγκεντρώνοντας και συγκρίνοντας επιλεγμένα χαρακτηριστικά ενός προσώπου που παρουσιάζεται σε μία εικόνα με χαρακτηριστικά από άλλα πρόσωπα, τα οποία συλλέγονται από την βάση δεδομένων. Χρησιμοποιείται, συνήθως, σε συστήματα ασφαλείας και μπορεί να συγκριθεί με άλλα βιομετρικά συστήματα, όπως το σύστημα αναγνώρισης της ίριδας του ματιού.

Η αναγνώριση προσώπου κατατάσσεται στα προβλήματα ταξινόμησης καθώς με την εισαγωγή κάθε νέου προσώπου στην βάση δεδομένων δημιουργείται μια νέα κατηγορία στην οποία αντιστοιχούν τα χαρακτηριστικά του. Έτσι, συμπεραίνουμε πως όσο αυτὴν η βάση δεδομένων μεγαλώνει με νέα δεδομένα, τόσο πιο δύσκολη γίνεται η ταξινόμηση. Κατανοούμε, λοιπόν, ότι το πρόβλημα της αναγνώρισης προσώπου δεν είναι εύκολο να επιλυθεί στο έπακρο και αυτό επιβεβαιώνεται με το ενδιαφέρον που έχουν δείξει και άλλες επιστήμες, όπως η ψυχολογία, η νευρο επιστήμη καθώς, βέβαια και η πληροφορική τα τελευταία δέκα χρόνια.

Σκοπός της πτυχιακής είναι η διερεύνηση του προβλήματος της υλοποίησης ενός συστήματος εντοπισμού και αναγνώρισης προσώπου μέσω κάμερας και συγκεκριμένα κάμερα διαδικτύου χαμηλού κόστους. Επιπλέον εκμεταλλευόμενοι των δυνατοτήτων που μας παρέχει η βιβλιοθήκη OpenCV και συγκεκριμένα η μεθοδολογία (Principal Component Analysis -PCA) θα υλοποιηθεί το σύστημα αναγνώρισης προσώπων.

FOREWORD

Nowadays, the applications which are created for one is valid identification are on the increase. This will not force people to remember complex access codes or different certification documents to verify their identity. The use of new technological methods, called biometric methods, gives the opportunity to a person to verify the validity of their identity by the fingerprint, the characteristics of their behavior, the palm geometry, their body posture, their voice or even the way that an electronic form signs.

In this bachelor assignment a reference is made to the use of biometric systems and data processing. More specifically, we deal with the facial recognition system which aims at the automatic recognition or the identification of a person through a picture or a video. The facial recognition can be done in several ways. One of them is by assembling and comparing selected features of a face presented in an image with features of other faces which are collected from the database. It is usually used in security systems and can be compared to other biometric systems, such as the eye iris recognition system.

The facial recognition is ranked among the classification problems because with the introduction of each new face into the database a new category is created. So we conclude that the more this database increases with new data, the more difficult the classification becomes. So we understand that the problem of facial recognition is not easy to be solved completely and this is confirmed by the interest of other sciences, such as psychology, neuroscience and computer science, especially in the last ten years.

The purpose of the assignment is to investigate the problem of materializing a tracking and a facial recognition system, through a camera and specifically through a low cost web camera. Moreover, taking advantage of the opportunities that the library OpenCV provides to us and in particular the methodology (Principal Component Analysis - PCA) will be materialized the facial recognition system.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ

Ο όρος βιομετρία αναφέρεται στην αυτοποιημένη χρήση φυσικών χαρακτηριστικών καθώς και χαρακτηριστικών συμπεριφοράς ατόμου, με στόχο τον καθορισμό ή την πιστοποίηση της ταυτότητας του. Με τον όρο αυτοποιημένη χρήση δηλώνεται ότι ο έλεγχος διεξάγεται από υπολογιστές ή μηχανές. Τα βιομετρικά συστήματα έχουν μια συγκεκριμένη διαδικασία που ακολουθούν, αυτή η διαδικασία επιτρέπει την διεξαγωγή χιλιάδων συγκρίσεων το δευτερόλεπτο και διαρκεί ελάχιστο χρόνο τις περισσότερες φορές. Για παράδειγμα ένα σύστημα που ζητά από τον χρήστη να τοποθέτηση το δάχτυλο του στην μονάδα και αποφασίζει σε πραγματικό χρόνο την εγκυρότητα ή όχι. Το παραπάνω παράδειγμα πλήρη τις προϋποθέσεις διενέργειας αυτοποιημένης βιομετρικής αναγνώρισης

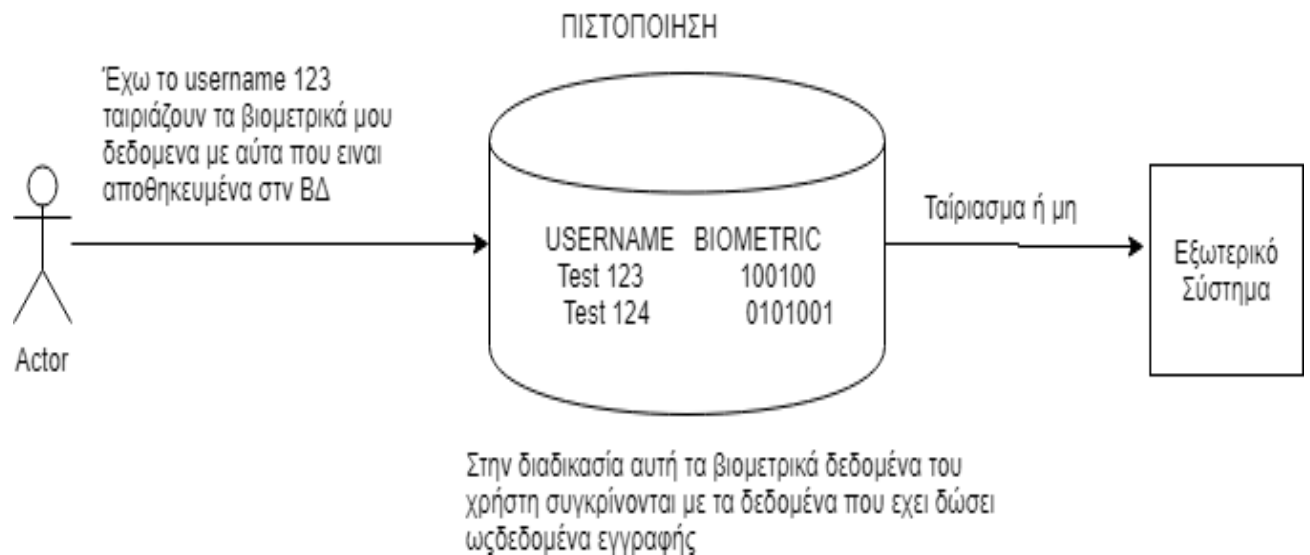
Όπως έχει ήδη αναφερθεί η βιομετρική βασίζεται στην μέτρηση των διακριτών χαρακτηριστικών είτε αυτά είναι φυσιολογικά είτε χαρακτηριστικά συμπεριφοράς. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά είναι το δάχτυλο ,το χέρι ,το πρόσωπο και η ίριδα. Αντίθετα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς είναι ο βηματισμός η υπογραφή καθώς και η φωνή.

Η διαφορά μεταξύ των φυσικών χαρακτηριστικών και των χαρακτηριστικών συμπεριφοράς είναι ότι τα φυσικά χαρακτηριστικά αναγνωρίζονται άμεσα με μετρήσεις που γίνονται σε κάποια μέρη του σώματος, αντίθετα τα χαρακτηριστικά συμπεριφοράς είναι το αποτέλεσμα μιας πράξης και μετριοούνται με έμμεσο τρόπο.

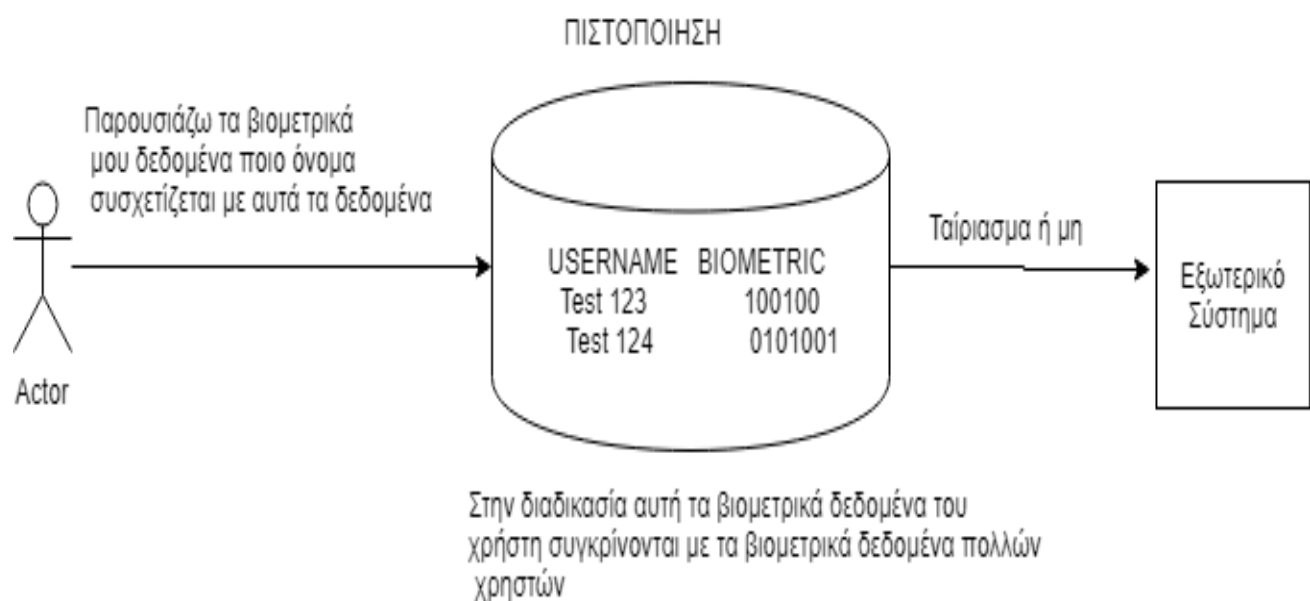
Ένα από τα κρισιμότερα σημεία προς αποσαφήνιση στον ορισμό που δόθηκε για την Βιομετρία είναι η διαφορά ανάμεσα στον καθορισμό και την πιστοποίηση ταυτότητας. Υπάρχουν βιομετρικά συστήματα τα οποία με την βοήθεια μιας βιομετρικής βάσης δεδομένων μπορούν να καθορίσουν την ταυτότητα του ατόμου χωρίς το ίδιο άτομο να παρευρίσκεται εκεί. Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται αναγνώριση (Identification) και τα βιομετρικά συστήματα που την διεξάγουν 'συστήματα αναγνώρισης' (Identification systems). Υπάρχουν όμως και τα βιομετρικά συστήματα πιστοποίησης (Verification systems). Αυτή η διαδικασία ξεκινάει με τον ισχυρισμό ενός ατόμου ότι έχει μια συγκεκριμένη ταυτότητα και το βιομετρικό σύστημα καλείτε να αποδεχθεί ή να απέρριψη τον ισχυρισμό αυτό. Τα συστήματα αναγνώρισης και πιστοποίησης διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους τόσο

από άποψη ασφαλείας και απόδοσης όσο κι από άποψη ενσωμάτωσης σε υπάρχοντα συστήματα. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι διαφορές αυτές

Σχήμα 1



Σχήμα 2



Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι η έννοια της ταυτότητας παρουσιάζει ιδιαιτερότητες στον χώρο της βιομετρίας. Πολλές φορές η έννοια αυτή δεν αναφέρεται σε ένα μεμονωμένο άτομο καθώς το άτομο αυτό μπορεί να παρουσιάζεται με διαφορετικές ταυτότητες. Στο σημείο αυτό τηθετε το ερώτημα πως μπορεί να γίνει αυτό, αρκετά εύκολα. Αν κάποιο άτομο έχει εγγραφεί με δέκα δάχτυλα σε ένα βαρομετρικό σύστημα τότε το σύστημα αυτό περνάει στην βιομετρική βάση δεδομένων δέκα διαφορετικές ταυτότητες για το άτομο αυτό. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η αναγνώριση και η πιστοποίηση της ταυτότητας είναι αუსτηρά και αξιόπιστα εργαλεία μόνο όταν ο συνδυασμός ανάμεσα στα βιομετρικά δεδομένα και το άτομο είναι ακριβής.

1.2 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΕΤΡΙΑ

Κάθε άνθρωπος σε ολόκληρο τον κόσμο χρησιμοποιεί διάφορους κωδικούς σε μορφή αριθμών ή λέξεων προκειμένου να κάνουν την ζωή τους ευκολότερη. Κάποια στιγμή όμως οι κωδικοί αυτοί γίνονται όλο και περισσότεροι ώστε να δυσκολεύεται αρκετά η μνήμη μας να δώσει πληροφορίες ακόμα και τις πιο απλές και χρηστικές όπως είναι προσωπικοί κωδικοί αριθμοί, τους οποίους χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει ένας μέσος άνθρωπος μπορεί να συγκρατήσει για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα από επτά έως και εννέα κωδικούς ή πληροφοριακά στοιχεία. Το επιστημονικό αυτό εύρημα έχει πρακτικό αντίκρυσμα στην ζωή μας καθώς οι αριθμοί που χρειάζεται να θυμόμαστε δεν ξεπερνούν τους επτά. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει την δυνατότητα να αποθηκεύει άπειρες πληροφορίες ωστόσο μπορεί να ξεχάσει και άπειρες πληροφορίες, αυτό συμβαίνει όταν ο αριθμός των πληροφοριών που καλείται να συσχετίσει ταυτόχρονα είναι υπερβολικά μεγάλος και συνεπώς αυτό φέρνει τον εγκέφαλο σε σύγχυση ή ακόμα σε μπλοκ άουτ όταν πρέπει να ανακαλέσει μια πληροφορία από τη μνήμη

Αναφερόμαστε λοιπόν σε ένα σύστημα τακτοποιημένων τεχνικών τα οποία βασίζονται σε κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του ατόμου είτε φυσιολογίας είτε συμπεριφοράς προκειμένου να αναγνωρίσει το άτομο. Οι βιομετρικές μέθοδοι κάνουν πιστοποίηση ή αναγνώριση. Στην πρώτη περίπτωση αυτό βασίζεται στα φυσικά χαρακτηριστικά του ατόμου όπως δακτυλικό αποτύπωμα, ίριδα του ματιού, γεωμετρία χεριού ενώ στην δεύτερη περίπτωση γίνεται αναγνώριση μέσω της φωνής του ατόμου ή της υπογραφής του.

Σήμερα η χρήση αριθμών Pin καθώς και κωδικών Password στις τραπεζικές μας αποτελεί την απλούστερη μέθοδο βιομετρίας που έχει μέχρι στιγμής εφαρμοστεί στην ζωή μας. Ωστόσο η διάδοση των ηλεκτρικών συναλλαγών επιβάλλει την διασφάλιση του χρήστη, κάτι το οποίο ακόμα και σήμερα δεν εξασφαλίζετε ολοκληρωτικά επιτυχώς καθώς τα καθημερινά γεγονότα πχ παραβιάσεις κωδικών πρόσβασης μας αποδεικνύει ότι το μείζον ζήτημα της ασφάλειας που παρέχουν οι βιομετρικές μέθοδοι είναι μια οψη του θέματος

1.3 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ ΤΑ ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα βιομετρικά συστήματα ακολουθούν μια συγκεκριμένη διαδικασία με στανταρ διαγραμμα ροής εργασιών. Αρχικά ο χρήστης εγγράφεται στο βιομετρικό σύστημα παρέχοντας ένα δείγμα απο τα βιομετρικά του δεδομένα ,αυτό το δείγμα μετατρέπεται σε προσωρινό αρχείο και επείτα το σύστημα το αποθηκεύει στην βάση δεδομένων του για μελλοντικές συγκρίσεις.Καθε φορά που ο χρήστης πρέπει να υποβληθεί σε πιστοποίηση ή αναγνώριση παραδείδει στο σύστημα ένα βιομετρικό του δεδομένο,ετσι το σύστημα δεχεται το αρχείο αυτό και το συγκρίνει με ένα ή περισσότερα απο τα αποθηκεύμενα αρχεία.Στην συνέχεια το αποτέλεσμα της σύγκρισης το οποίο ονομάζεται ποσοστό εμπιστοσύνης για το συγκεκριμένο δείγμα με την σειρά του συγκίνεται με μια τιμή που έχει οριστεί για την συγκεκριμένη τεχνολογία,το σύστημα ,το χρήστη κα την συναλλαγή, αν το ποσοστό αυτό είναι μεγαλύτερο της τιμής ,τότε η σύγκριση θεωρείται επιτυχής και ο χρήστης ενημερώνεται. Στην περίπτωση που η τιμή είναι μικρότερη τότε η σύγκριση θεωρείται άκυρηκαι ο χρήστης ενημερώνεται.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε οτι τα δεδομένα που παρέχει ο χρήστης στο σύστημα είναι μη επεξεργασμένα και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν για σύγκριση στο σύστημα,καθώς το σύστημα πρέπει να τα μετατρέψει σε καποιο αρχείο ώστε να μπορεί να τα διαβάσει και μετεπειτα να τα συγκρίνει.Πρόκειται για ενα μικρό αρχείο που προκύπτει από τα διακριτά χαρακτηριστικά των βιομετρικών δεδομένων του χρήστη.

Ανάλογα με το πότε παράχθηκαν, τα προσωρινά αρχεία διακρίνονται σε εγγραγής και ταιριάσματος. Τα αρχεία εγγραφής παράγονται κατα την αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα και αποθηκεύονται για μελλοντικές συγκρίσεις. Τα αρχεία ταιριάσματος παράγονται κατά την διάρκεια της διαδικασίας αναγνώρισης ή πιστοποίησης, προκύπτουν απο ενα δείγμα τις περισσότερες φορές και απορρίπτονται μετά απο σύγκριση με τα αποθηκευμένα.

1.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ

Οπως έχει αναφερθεί παραπάνω στην βιομετρία υπάρχουν τα συστήματα πιστοποίησης και αναγνώρισης αντίστοιχα. Τα συστήματα πιστοποίησης απαντούν στο ερώτημα «Είμαι αυτός που ισχυρίζομαι» με τον τρόπο αυτό ζητά από τον χρήστη να αποδείξει ότι όντως η ταυτότητα του είναι πραγματική. Αυτό γίνεται με την προμήθεια ενός ή περισσότερων βιομετρικών στοιχείων του χρήστη στο σύστημα, το οποίο συγκρίνει τα στοιχεία αυτά με τα αντίστοιχα στοιχεία που έχει αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων του. Τέλος μετά την σύγκριση αποστέλεται στον χρήστη μήνυμα εγκυρότητας ή απόρριψης των στοιχείων του. Για τον λόγο αυτό η διαδικασία της πιστοποίησης αναφέρεται και ως διαδικασία “ένα προς ένα”. Τα συστήματα αναγνώρισης απαντούν στο ερώτημα «Ποιός είμαι» και δεν απαιτούν από τον χρήστη να αποδείξει την ταυτότητα του, προτού παρέχει τα βιομετρικά του δεδομένα στο σύστημα, τα οποία συγκρίνονται με άλλα βιομετρικά δεδομένα άλλων χρηστών μέχρι να βρεθεί ταίριασμα. Η απάντηση που επιστρέφει το σύστημα είναι μια ταυτότητα είτε με ένα όνομα είτε με έναν αριθμό ID κτλ. Για τον λόγο αυτό η διαδικασία της αναγνώρισης αναφέρεται και ως διαδικασία “ένα προς Ν” επειδή τα δεδομένα ενός ατόμου συγκρίνονται με πολλά δεδομένα άλλων ατόμων.

Συστήματα αναγνώρισης ανω των 100.000 χρηστών θεωρούνται μεγάλης κλίμακας και διαφέρουν σημαντικά από τα συστήματα μικρής κλίμακας σε σχέση με τον χρόνο και την ακρίβεια. Τα συστήματα αναγνώρισης έχουν δύο υποκατηγορίες τα θετικά συστήματα και τα αρνητικά συστήματα. Τα πρώτα έχουν σχεδιαστεί για να βρίσκουν τα όμοια στοιχεία από αυτά που παρέχει ο χρήστης με αυτά που βρίσκονται αποθηκευμένα στην βάση δεδομένων του συστήματος, τα δεύτερα έχουν σχεδιαστεί να βρίσκουν τα στοιχεία τα οποία δεν ταιριάζουν με κανένα στοιχείο που βρίσκεται στην βάση δεδομένων του συστήματος. Έτσι διασφαλίζεται ότι κανείς δεν μπορεί να έχει εγγραφεί στο σύστημα πάνω από μια φορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Βασικές Έννοιες της Αναγνώρισης Προτύπων

Σαφή πρότυπα (*Recognition of concrete items*). Περιλαμβάνει οπτική και ακουστική αναγνώριση προτύπων. Αυτή η διαδικασία αναγνώρισης περιλαμβάνει την αναγνώριση και ταξινόμηση των προτύπων στο χώρο (spatial) και στο χρόνο (temporal). Μερικά παραδείγματα χωρικών προτύπων είναι οι τυπωμένοι χαρακτήρες, τα δακτυλικά αποτυπώματα, τα φυσικά αντικείμενα, οι χάρτες καιρού και οι εικόνες. Τα χρονικά πρότυπα περιλαμβάνουν ακουστικές κυματομορφές, χρονοσειρές, ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα και σήματα ραντάρ.

Αφηρημένα πρότυπα (*Recognition of abstract items*). Από την άλλη πλευρά, ένα παλιό επιχείρημα ή μια λύση σε ένα πρόβλημα μπορεί να αναγνωρίζεται. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την αναγνώριση αφηρημένων προτύπων και μπορεί να ονομαστεί εννοιολογική αναγνώριση. Η αναγνώριση των συγκεκριμένων προτύπων από τον άνθρωπο μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ψυχοφυσιολογικό πρόβλημα, το οποίο περιλαμβάνει τη σχέση μεταξύ ενός ατόμου και ενός φυσικού ερεθίσματος. Η ανθρώπινη αναγνώριση στην πραγματικότητα είναι ο υπολογισμός των σχετικών πιθανοτήτων ότι τα δεδομένα εισόδου μπορούν να συσχετιστούν με ένα σύνολο από στατιστικά γνωστών ατόμων που εξαρτώνται από την εμπειρία του παρελθόντος μας και τα οποία θα σχηματίσουν τις ενδείξεις και τις πληροφορίες για την αναγνώριση. Οπότε, το πρόβλημα της αναγνώρισης προτύπων είναι η διαδικασία διαχώρισης των δεδομένων εισόδου μεταξύ των πληθυσμών με χρήση της αναζήτησης χαρακτηριστικών ή αμετάβλητων χαρακτηριστικών μεταξύ των μελών ενός πληθυσμού.

2.2 Κλάσεις προτύπων και πρότυπα

Αναγνώριση Προτύπων (Pattern Recognition) είναι ο επιστημονικός κλάδος που ασχολείται με την εύρεση μεθόδων για την ταξινόμηση (classification) των προτύπων σε κατηγορίες. Τις κατηγορίες αυτές θα τις ονομάζουμε κλάσεις ή τάξεις.

Μια **κλάση προτύπου** είναι μια κατηγορία που καθορίζεται από όμοια χαρακτηριστικά ή ιδιότητες. Τα χαρακτηριστικά μιας κλάσης προτύπου είναι οι κοινές/όμοιες ιδιότητες από όλα τα πρότυπα που ανήκουν σε αυτή την κλάση. Τέτοια χαρακτηριστικά συχνά αναφέρονται ως *intraset features*. Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που αντιπροσωπεύουν τις διαφορές ανάμεσα στις κλάσεις προτύπων αναφέρονται ως *interest features*.

Ένα **πρότυπο** είναι η περιγραφή οποιουδήποτε μέλους της κατηγορίας που αντιπροσωπεύει η κλάση προτύπου. Για λόγους ευκολίας, τα πρότυπα συνήθως αναπαρίστανται από ένα διάνυσμα.

Εκπαίδευση και Εκμάθηση

Η εκμάθηση και η εκπαίδευση λαμβάνουν χώρα μόνο κατά τη διάρκεια της φάσης του σχεδιασμού (ή ενημέρωσης) ενός συστήματος αναγνώρισης προτύπων. Μόλις αποκτηθούν αποδεκτά αποτελέσματα από την εκπαίδευση των προτύπων, το σύστημα είναι έτοιμο να εκτελέσει αναγνώριση σε δείγματα που ελήφθησαν από το περιβάλλον στο οποίο αναμένεται να λειτουργήσει. Η ποιότητα στην απόδοση της αναγνώρισης καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το πόσο κοντά τα πρότυπα εκπαίδευσης βρίσκονται σε σχέση με τα αρχικά στοιχεία με τα οποία το σύστημα βρίσκεται σε κανονική λειτουργία.

2.3 Ανύχνευσης και Αναγνώρηση Προσώπου

Σε πολλές εφαρμογές η αυτοματη ανύχνευση ανθρώπινων προσώπων γίνεται ολοένα και πιο συμαντική. Μετα την επιτυχημένη ανίχνευση του ανθρώπινου προσώπου θα μπορούσε να ακολουθήσει η αναγνώρηση του μέσα απο μια βάση προσώπων, για να προσδιοριστεί η ταυτότητα του , να ανιχνευτούν τα επιμέρους χαρακτηριστικά του προσώπου του όπως ματια ,μύτη και στόμα και τέλος να βρεθεί η θέση και η κατεύθυνση του στον τρισδιάστατο χώρο. Ακόμα θα μπορούσε να υπάρξει μια παρακολούθηση του προσώπου στο χώρο αλλά και των επιμέρους χαρακτηριστικών του στον χρόνο ετσι ώστε να προσδιοριστεί η συνολική του κίνηση ή επιμερους κινήσεις των χαρακτηριστικών του για εφαρμογές στην επιβλεψη σκηνων ,στην αναγνώρηση της φωνής και των ανθρώπινων εκφάσεων του.

Στο πρόβλημα της ανύχνευσης και της αναγνώρησης προσώπων έχει αποδωθεί μεγάλη σημασία τα τελευταία χρόνια. Αν και τα δυο αυτα ζητήματα σχετίζονται στενά μεταξύ τους μεγαλύτερη προσοχή έχει δοθεί στην αναγνώρηση του ανθρωπινου προσώπου καθώς αντιμετωπίζει μεγαλυτερες δυσκολίες. Σημαντική πρόοδο παρατηρηται κάτω απο σταθερές συνθήκες, όπως μικρές αποκλίσεις στην φωτεινότητα, στις εκφράσεις, στην ύπαρξη άλλων στοιχείων(μούσια,γυαλία,καπέλο)κτλ. Όλλες αυτές οι μέθοδοι μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία είναι η γεωμετρική αντιστοίχιση χαρακτηριστικών και στην δεύτερη η αντιστοίχιση σε φόρμα(template matching).

Στις περισσότερες προσεγγίσεις αναγνώρισης προσώπου η ύπαρξη και η θέση του ανθρώπινου προσώπου στην εικονα που έχει υποστή επεξεργασία είναι γνωστή εξ αρχής. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ελάχιστη ανάγκη να εξακριβωθεί και να ανιχνευτεί το πρόσωπο. Ωστόσο σε εικόνες και βίντεο δεν τίθενται θέμα περιορισμών ως προς τον αριθμό, τη θέση, το μεγεθος κλίμακας και τον προσανατολισμό του ανθρώπινου προσώπου και ταυτόχρονα οι συνθήκες φωτισμού και το φόντο της εικόνας δεν είναι προκαθορισμένα και γνωστά. Οσο αφορά την χρωματική πληροφορια αξίζει να τονιστεί οτι δεν είναι αρκετά χρήσιμη για την αναγνώριση οσο για την ανίχνευση. Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθει ανάπτυξη αλγορίθμων που βοηθούν στον εντοπισμό προσώπων σε μια εικόνα, οπου το πρόσωπο είναι γνωστό ή να ανιχνευονται πρόσωπα σε μη ελεγχόμενες εικόνες. Οι γνωστές μέθοδοι μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες :τοπική ανίχνευση χαρακτηριστικών προσώπου, αντιστοίχιση με φόρμες (template matching) και αναλλίωτες εικόνες. Στην πρώτη περίπτωση εφαρμόζονται χαμηλού

επιπέδου αλγόριθμοι υπολογιστικής όρασης για να εντοπιστούν χαρακτηριστικά προσώπου (μάτια, μύτη, στομα). Κατόπιν χρησιμοποιούνται στατικά μοντέλα ανθρώπινων προσώπων για να γίνει μια ταξινόμηση αυτών. Στην δεύτερη περίπτωση διάφορες φόρμες συσχέτισης χρησιμοποιούνται ώστε να βρεθούν κάποια υποχαρακτηριστικά σταθερά και προσαρμόσημα. Στην Τρίτη περίπτωση τα συστήματα υποθέτουν ότι υπάρχει μια χωρική σχέση που είναι κοινή και πιθανώς μοναδική σε όλα τα πρότυπα προσώπων και διατηρείται ακόμα και κάτω από διαφορετικές συνθήκες απεικόνισης.

2.4 Τα Στάδια σε ένα Σύστημα Αναγνώρισης Προσώπου

Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν έξι κύρια στάδια σε ένα σύστημα αναγνώρισης προσώπου, όπως αυτό παρουσιάζεται στο σχήμα 2, τα οποία θα αναλυθούν ξεχωριστά παρακάτω.

Το πρώτο στάδιο είναι η είσοδος εικόνας με πρόσωπο. Αυτήν είναι η είσοδος της διαδικασίας αναγνώρισης προσώπου, όπου ο χρήστης παρουσιάζει μια εικόνα του προσώπου του στο σύστημα. Αυτήν η εικόνα μπορεί να προέρχεται από κάμερα, από σαρωτή ή να βρίσκεται στο σκληρό δίσκο.

Το δεύτερο στάδιο είναι η «προεπεξεργασία». Η διαδικασία της προεπεξεργασίας στην ένταση των εικόνων- στοιχείων βοηθάει στη διόρθωση των αποκλίσεων των παραμέτρων αποτύπωσης των εικόνων μέσω κάμερας, όπως επίσης και των παραλλαγών στις συνθήκες φωτισμού. Κατά τη διαδικασία της προεπεξεργασίας μπορούν να εφαρμοστούν μερικά από τα παρακάτω βήματα:

- 1) Αλλαγή στο μέγεθος της εικόνας: τροποποίηση όλων των εικόνων σε ένα συγκεκριμένο μέγεθος «pixel”.
- 2) Εξισορρόπηση ιστογράμματος: εξισορροπεί τις επιδράσεις του φωτισμού εξαιτίας κάποιων συνθηκών φωτισμού στην ατμόσφαιρα ή διαφορετικών συνθηκών απόκρισης της κάμερας.
- 3) Διαφορετικές τιμές φίλτρων: για την εξομάλυνση ή τον τονισμό χρωμάτων σε μία εικόνα ή ακόμα και για την μείωση των θορύβων σε μία εικόνα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορες τιμές φίλτρων. Τα πιο συνηθισμένα είναι το φίλτρο μεσαίας τιμής και το υψηλότερο φίλτρο.
- 4) Επιδιόρθωση διαβαθμισμένου φωτισμού: είναι η διαδικασία κατά την οποία, μέσω μιας γραμμικής συνάρτησης που μπορεί να ταιριάζει στη διαβάθμιση των τιμών έντασης, του παραθύρου του προσώπου και οι οποίες όταν αφαιρεθούν παραδείδουν το σωστό αποτέλεσμα.

Κενο αλλαγή κεφαλαίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 Τεχνικές αναγνώρισης προσώπου

Ανάλυση σε κύριες συνιστώσες (Principal Component Analysis, PCA)

Ένα από τα πιο πολύτιμα εργαλεία που προσφέρει η γραμμική άλγεβρα στην επιστημονική κοινότητα είναι η ονομαζόμενες κύριες συνιστώσες, ή αλλιώς *eigenface* όπως έχουν χαρακτηριστεί. Είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ως στατική προσέγγιση αναγνώρισης μοτίβων, επεξεργασία σημάτων και μείωση του όγκου δεδομένων όπως και κατά την εξαγωγή χαρακτηριστικών ενός σήματος.

Μια εικόνα προσώπου σε δύο διαστάσεις με μέγεθος $M \times M$ μπορεί να θεωρηθεί ένα μονοδιάστατο διάνυσμα με διαστάσεις M στο τετράγωνο. Οι εικόνες προσώπων έχοντας παρόμοιες συνθέσεις δεν καταναίμονται τυχαία σε αυτόν τον πολυδιάστατο χώρο και εμπίπτουν χωροταξικά σε ένα μικρό κομμάτι του. Με άλλα λόγια, οι κύριες συνιστώσες είναι εκείνα τα διανύσματα των οποίων οι γραμμικοί συνδιασμοί περιγράφουν ικανοποιητικά τις κατανομές των εικόνων προσώπων και ορίζουν ένα υποσύνολο που ονομάζεται «Χώρος προσώπων». Η προσέγγιση αναγνώρισης προσώπου με τη χρήση των κύριων συνιστώσεων, ή αλλιώς *eigenfaces*, είναι μια μέθοδος όπου ένα σύνολο χαρακτηριστικών χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε τις διαφορές μεταξύ εικόνων διάφορων προσώπων. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα μπορούσαν να είναι οι συντεταγμένες μιας εικόνας στον χώρο προσώπων.

3.2 Αναγνώριση με την χρήση του αλγορίθμου «*eigenface*»

Έστω ότι έχουμε ένα σύνολο από εικόνες προσώπων $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_M$ σε μορφή διανυσμάτων. Ορίζουμε ως μέσο πρόσωπο από τη σχέση

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{v=1}^M \Gamma_v$$

Ένα παράδειγμα μέσου προσώπου Ψ από ένα σύνολο προσώπων Ψ^M φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα. Κάθε πρόσωπο διαφέρει από το μέσο βάσει του διανύσματος

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$$

Το σύνολο αυτών των διανυσμάτων αποτελεί αντικείμενο εφαρμογής της ανάλυσης κύριων συνιστώσεων, που αναζητά ένα υποσύνολο M ορθοκανονικών διανυσμάτων που περιγράφει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την κατανομή της πληροφορίας των προσώπων. Το κόστος διάνυσμα U_k επιλέγεται ώστε να μεγιστοποιηθεί η ποσότητα.

$$\lambda_k = \frac{1}{M} \sum_{v=1}^M (U_k^T \Phi_v)^2$$

Με περιορισμό ότι

$$U_l^T U_k = \delta_{lk} = \begin{cases} 1 & \text{εάν } l = k \\ 0 & \text{εάν } l \neq k \end{cases}$$

Τα διανύσματα U_k και οι τιμές λ_k είναι ιδιοδιανύσματα και οι τιμές του πίνακα συνδιακύμανσης

$$C = \frac{1}{M} \sum_{v=1}^M \Phi_v \Phi_v^T = A A^T$$

Οπου $A = [\phi_1 \phi_2 \phi_3 \dots \phi_M]$. Ο C είναι ένας πίνακας συνδιακύμανση με διαστάσεις N στο τετράγωνο επί N στο τετράγωνο, με πραγματικά στοιχεία και ο υπολογισμός

των N στο τετράγωνο είναι αυξημένη πολυπλοκότητα για τυπικά μεγέθη εικόνων. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε την παρακάτω διαδικασία.

Έστω το ιδιοδιάνυσμα v_i του A στην T επί A τέτοιό ώστε

$$A^T A v_i = \mu_i v_i.$$

Πολλαπλασιάζοντας και τα δύο μέρη με το A έχουμε

$$A A^T A v_i = A \mu_i v_i.$$

Έστω $A v_i = Q$ αντικαθιστώντας έχουμε

$$A A^T Q = \mu_i Q$$

Όπου Q είναι τα ιδοδιανύσματα και μ_i οι ιδιοτιμές του C . Σχετικά με όσα παρουσιάστικαν παραπάνω θα δημιουργήσουμε ένα πίνακα διαστάσεων $M \times M$ ονομαζόμενος L που θα ισούτε με A στην T , όπου $L_{mn} = \phi^T m \phi_n$ στην T και πρέπει να βρούμε τα M ιδιόνυσματα v_i του L . Τα διανύσματα αυτά καθορίζουν γραμμικούς συνδιασμούς των M εικόνων προσώπων για την δημιουργία των ιδιοπροσώπων U_i :

$$U_I = \sum_{k=1}^M v_{Ik} \Phi_k, \quad I = 1, \dots, M$$

Εικόνα 1



Δείγμα εικόνων συνόλου εκπαίδευσης

Εικόνα 2



Μέσο πρόσωπο

Εικόνα 3



Τα πρώτα πέντε ιδιοπρόσωπα

Με την ανάλυση αυτή υπάρχει δραματική μείωση των υπολογισμών, από τον βαθμό του αριθμού των εικονοστοιχείων των εικόνων N στο τετράγωνο στον βαθμό του αριθμού των εικόνων του συνόλου M . Στην πράξη το σύνολο των εικόνων είναι αρκετά μικρό και οι υπολογισμοί είναι λιγότερο πολύπλοκοι.

Οι εικόνες ιδιοπροσώπων που υπολογίζονται από τα ιδιοδιανύσματα L δημιουργούν ένα σύνολο που περιγράφει τις εικόνες προσώπων. Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε ένα σύνολο από τα πρώτα πέντε ιδιοπροσώπων του συνόλου της εικόνας 2.1.

Έπειτα δοθέντος ενός προσώπου εξέτασης Γ το οποίο είναι κεντραρισμένο όσον αφορά τα μάτια και το στόμα και ίδιων διαστάσεων με τις εικόνες εκπαίδευσης, ακολουθούμε τα βήματα: Αφαιρούμε την μέση εικόνα Ψ :

$$\Phi^t = \Gamma^t - \Psi$$

Έπειτα το πρόβλημα στον χώρο ιδιοδιανυσμάτων

$$\hat{\Phi}^t = \sum_{j=1}^K u_j^T \Phi^t u_j$$

Αναπαριστούμε το Φ^t ως $\Omega^t = [w_1^t, w_2^t, w_3^t \dots w_K^t]$ και έτσι βρίσκουμε την ελάχιστη απόσταση από τις εικόνες εκπαίδευσης προς τις εικόνες της βάσης δεδομένων μας στην προκειμένη περίπτωση

$$e_r = \min_i (\|\Omega^t - \Omega^i\|)$$

Αν το e είναι μικρότερο από το κατώφλι T και αντιστοιχεί στην απόσταση από το πρόσωπο εκπαίδευσης r τότε το πρόσωπο προς εξέταση αναγνωρίστηκε ως το πρόσωπο r .

Εικόνα 4

$$= 4.0719 * \text{[eigenface 1]} - 0.1874 * \text{[eigenface 2]} + 0.7253 * \text{[eigenface 3]} + 0.0392 * \text{[eigenface 4]} - 0.1725 * \text{[eigenface 5]} + \dots$$

3.3 Αναγνώριση προσώπου με την χρήση του Δισδιάστατου Συντελεστή Συσχέτισης (2D Coefficient of Correlation)

Η συσχέτιση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί ο βαθμός της πιθανότητας που υπάρχει για μια γραμμική σχέση μεταξύ δύο μετρήσιμων ποσοτήτων.

Το 1895 ο Karl Pearson ονομάζει τον συντελεστή συσχέτισης ως Pearson r . Ήταν το πρώτο μέτρο συσχέτισης που χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλη κλίμακα προκειμένου να λυθούν ζητήματα πάνω σε διάφορους τομείς όπως στην στατιστική ανάλυση, αναγνώριση προτύπων καθώς και στην επεξεργασία εικόνων.

Για τις μονόχρωμες εικόνες ο συντελεστής r ορίστηκε ως εξής

$$r = \frac{\sum_i (x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sqrt{\sum_i (x_i - x_m)^2} \sqrt{\sum_i (y_i - y_m)^2}}$$

Όπου το X_i και το Y_i ορίστηκαν ως οι τιμές έντασης του i pixel στην πρώτη και στην δεύτερη εικόνα. Επίσης τα X_m και Y_m είναι οι μέσες τιμές έντασης του i pixel στην πρώτη και δεύτερη εικόνα. Ο συντελεστής συσχέτισης r έχει την τιμή 1 αν οι δυο εικόνες είναι απολύτως όμοιες και την τιμή 0 αν οι δυο εικόνες είναι τελείως διαφορετικές και τέλος την τιμή -1 αν οι δυο εικόνες είναι τελείως αντι-συσχέτιστες

Ο συντελεστής συσχέτισης r αποτελεί έναν δείκτη ο οποίος είναι αναλλοίωτος σε γραμμικούς μετασχηματισμούς είτε μεταβλητούς.

Ο συντελεστής συσχέτισης r έχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα αλλά και κάποια μειονεκτήματα.

3.3.1 Πλεονεκτήματα

- 1) Συμπυκνώνει τη σύγκριση δύο δισδιάστατων εικόνων σε μια βαθμολογική τιμή r
- 2) Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι ένας δείκτης ο οποίος είναι αναλλοίωτος σε γραμμικούς μετασχηματισμούς είτε μεταβλητούς. Έτσι το r

είναι μη ευαίσθητο(παντα μεσα σε κάποια όρια) σε ομοιόμορφες διακυμάνσης της φωτεινότητας ή της αντίθεσης σε όλη την εικόνα.

3.3.2 Μειονεκτήματα και περιορισμοί του συντελεστή συσχέτισης r

- 1) Είναι υπολογιστικά εντατικές αυτο περιορίζει την χρησιμότητα του την εγγραφή μιας εικόνας
- 2) Σε καποιες εφαρμογές μπορεί να μην ορίζεται εξαιτίας της διαίρεσης του με το 0, δηλαδή αν μια εικόνα είναι τελείως σταθερή και ομοιόμορφη αυτο έχει ως αποτέλεσμα να μην επιλυθει το πρόβλημα της εικόνας αυτης μέσω της βοήθειας του συντελεστή συσχέτισης.

3.4 Αναγνώριση προσώπων με χρήση του χάρτη ακμών (Edge map)

Η ικανότητα του ανθρώπου να αναγνωρίση κάποιων απο το περίγραμμα του προσώπου του είναι μεγάλη. Η διαδικασία της χρήσης του αλγορίθμου-μεθόδου χάρτη ακμών έχει σκοπό να προσομοιώση την ικανότητα αυτή. Το 1998 ο Takacs B. Wechsler χρησιμοποίησε τον χάρτη ακμών για την αναγνώριση πρόωπο ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα

- Εφάρμοσε σε μια εικόνα έναν ανυχνευτή ακμών έτσι ώστε να πάρει μια δυαδική εικόνα εισόδου I
- Η εικόνα εισόδου I είναι ένα σύνολο ακμών
- Στην συνέχεια για να υπολογίσει την ομοιότητα μεταξύ δύο εικόνων I1,I2 χρησιμοποιείσαι το μέτρο Hausdorff.

3.4.1 Απόσταση Hausdorff

Ο τύπος της απόστασης Hausdorff είναι ο παρακάτω

$$h(I_1, I_2) = \frac{1}{|I_1|} \sum_{i \in I_1} \min_{j \in I_2} \|i - j\|$$

Όπου το i και j είναι το pixel ακμής στην θέση (x,y)

Για 'καθε pixel την I1 προσπαθούμε να βρούμε το πλησιέστερο αντίστοιχο pixel j στην I2 και στην συνέχεια πέρνουμε το μέσο απο όλες αυτές τις αποστάσεις το οποίο βγαίνει από τον τύπο $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |i-j|$. Τέλος στο πείραμα που πραγματοποιείσαι ο Takacs πέτυχε 92 τα 100 ακρίβεια.

3.4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου χάρτη ακμών (Edge map)

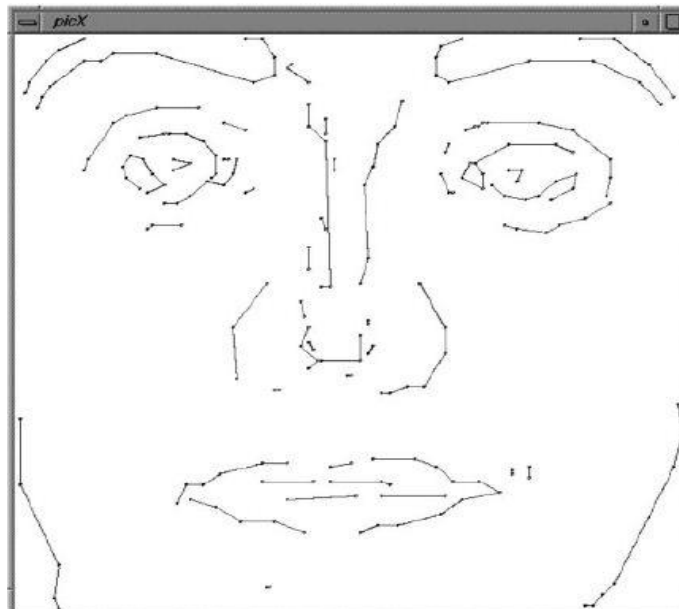
3.4.3 Πλεονεκτήματα

- 1) χαμηλές απαιτήσεις μνήμης
- 2) σε κάποια μέρει ο φωτισμός δεν μεταβάλλεται
- 3) η αναγνώριση επιτυγχάνεται με ταίριασμα στο πρότυπο

3.4.4 Μειονεκτήματα

- 1) Η μέθοδος του Takacs δεν συμπεριλαμβάνει την τοπική δομή ως αποτέλεσμα το 2002 προτάθηκε η μέθοδος LEM (Line Edge Map). Η μέθοδος αυτή βασίστηκε πάνω στην μέθοδο edge map και είναι μια επέκταση αυτής. Με λίγα λόγια ακμές ενώνονται μεταξύ τους για να μπορεί να εκληφθεί υπόψιν η τοπική δομή του προσώπου. (εικόνα)

Εικόνα 5



3D - Τριών Διαστάσεων

Η τρισδιάστατη μέθοδος αναγνώρισης προσώπου αποτελεί μια παραλλαγή της κλασικής δισδιάστατης αναγνώρισης, όπου χρησιμοποιείται η τρισδιάστατη γεωμετρική αναπαράσταση του ανθρώπινου προσώπου. Είναι γνωστό ότι η τρισδιάστατη αναγνώριση προσώπου μπορεί να επιτύχει σαφέστερα καλύτερα αποτελέσματα από τη δισδιάστατη, πλησιάζοντας την ταυτοποίηση δαχτυλικού αποτυπώματος.

Στην τρισδιάστατη μέθοδο, επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα εξετάζοντας τη γεωμετρία συμπαγών στοιχείων του προσώπου. Έτσι αποφεύγονται προβλήματα που προέκυπταν με τη δισδιάστατη μελέτη και αφορούσαν αλλαγές στο φωτισμό, αλλαγές στην έκφραση των προσώπων, make up, διαφοροποίηση στον προσανατολισμό του προσώπου κατά τη λήψη του στιγμιότυπου κλπ.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα της τρισδιάστατης αναγνώρισης προσώπων, είναι η ανάγκη για τρισδιάστατα μοντέλα, που απαιτούν τη χρήση ειδικών τύπων συστήματα λήψης. Βέβαια, εξίσου ικανοποιητικές είναι πλέον πολλαπλές λήψεις του ίδιου αντικειμένου από διαφορετικές οπτικές γωνίες, που με κατάλληλη επεξεργασία, μπορεί να αποδώσει τις μεταβλητές που ενδιαφέρουν το σύστημα.

Η έρευνα στον τομέα της τρισδιάστατης αναγνώρισης προσώπου, ενισχύεται από την ανάπτυξη αισθητήρων που μπορούν να κάνουν καλύτερη δουλειά από τις απλές 3D μηχανές λήψης. Οι αισθητήρες αυτοί λειτουργούν προβάλλοντας δομημένο φως στο υπό εξέταση πρόσωπο, ενώ μπορούν να συνδεθούν παράλληλα περίπου 12 πάνω σε ένα CMOS Chip, καθένας λαμβάνοντας διαφορετικό τμήμα του οπτικού φάσματος. Άλλες μέθοδοι, συμπεριλαμβάνουν τη χρήση αόρατων δομών φωτός για τη λήψη των δεδομένων, καθώς δεν θα απαιτούσαν την ύπαρξη (ή όχι) φωτός στο χώρο που βρίσκεται το πρόσωπο

Βιομετρική αναγνώριση

Για την επίτευξη ακόμα καλύτερων αποτελεσμάτων, με μεγαλύτερη εγκυρότητα, χρησιμοποιείται μια επιπλέον διαδικασία που ονομάζεται Surface Texture Analsis (ανάλυση υφής επιφάνειας). Με τη χρήση αλγορίθμων για τη μετατροπή ενός τμήματος της επιφάνειας του προσώπου, σε μαθηματικές ακολουθίες, μετρήσιμες στο χώρο, το σύστημα μπορεί να αναγνωρίσει γραμμές και πόρρους στο δέρμα, που έχει στην πραγματικότητα το πρόσωπο. Η εταιρία Identix® ισχυρίζεται ότι αυτού του είδους η ανάλυση, δίνει μια ώθηση 20 έως 25% στην επιτυχή αναγνώριση προσώπου

Συμπεράσματα

Αδυναμίες

Συμπεριλαμβανομένων των προαναφερθέντων, τα συστήματα αναγνώρισης προτύπων είναι ακόμα σε πολύ χαμηλό επίπεδο, σχετικά με αυτό που έχει στο μυαλό του κάποιος που ακούει το όνομά τους. Παρόλο που τα αποτελέσματά τους είναι έγκυρα και με πολύ μικρά ποσοστά σφάλματος υπό ιδανικές συνθήκες, δυσκολεύονται ιδιαίτερα όταν αυτές δεν πληρούνται. Για παράδειγμα, ο ερευνητής Ralph Gross του Ινστιτούτου Carnegie Mellon Robotics στο Pittsburgh, δηλώνει (-σε ελεύθερη μετάφραση-) "Η αναγνώριση προσώπου πηγαίνει πολύ καλά με πρόσωπα στραμμένα στο φάκο έως και 20 μοίρες διαφορετικά, αλλά όσο μετακινείσαι προς το προφίλ, υπάρχουν προβλήματα" [\[6\]](#)

Παρόμοια προβλήματα εμφανίζονται όταν δεν υπάρχει επαρκής φωτισμός, όταν τα πρόσωπα φέρουν γυαλιά ηλίου, όταν τα μαλλιά του προσώπου εμπλέκονται στο πρόσωπο και γενικά οτιδήποτε μπορεί να ελαττώσει τα χαρακτηριστικά που αντιλαμβάνεται το πληροφοριακό σύστημα για το πρόσωπο. Μειώνοντας τα χαρακτηριστικά, το σύστημα χάνει την ευστάθειά του και δεν μπορεί να λάβει απόφαση με την ίδια σιγουριά, όπως αν είχε όλες τις παραμέτρους.

Αποτελεσματικότητα

Όταν θέλουμε να αποφασίσουμε για την αποτελεσματικότητα ενός πληροφοριακού συστήματος, πρώτα απ' όλα ελέγχουμε αν καλύπτει τις λειτουργικές απαιτήσεις, τις οποίες καλείται να πληροί. Στην προκειμένη περίπτωση, όταν αναφερόμαστε στα συστήματα αναγνώρισης προτύπων, θα πρέπει πρώτα να δούμε τον σκοπό τον οποίο εξυπηρετεί.

Σχετικά με τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε καθημερινές εφαρμογές, τα αποτελέσματα τα βλέπουμε εμείς οι ίδιοι οι χρήστες συνέχεια. Το Facebook μας κάνει "tag" χωρίς να το περιμένουμε, το smart phone μας μας δείχνει τη φωτογραφία του προσώπου που μας καλεί (ίσως και διαφορετική κάθε φορά), χωρίς να του έχουμε πει ποιος είναι και στα email που λαμβάνουμε, βλέπουμε τη φωτογραφία της επαφής που μας τη στέλνει, χωρίς να χρειαστεί να αναζητήσουμε το όνομά του σε φακέλους και υποφακέλους του ηλεκτρονικού μας υπολογιστή. Εμπειρικά, μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι τα προγράμματα αυτά κάνουν τη δουλειά τους καλά και πολλές φορές σωστά! Ίσως να μην έχουν 100% επιτυχία, αλλά σίγουρα δεν κάνουν τη ζωή μας πιο δύσκολη.

Σε αντίθεση, τα συστήματα που χρηματοδοτούνται για να προστατεύουν τους πολίτες και την πολιτεία, δεν επαρκούν και δεν έχουν φτάσει στο επίπεδο που θα έπρεπε. Σε δημοσίευση της βρετανικής [The Guardian](#), που αναφέρεται σε σύστημα στο London Borough of Newham, το οποίο λειτουργεί από το 2004, δηλώνεται πως δεν έχει αναγνωριστεί ποτέ κανένας εγκληματίας, παρόλο που ζουν αρκετοί εκεί και υπάρχουν τα στοιχεία τους στη βάση δεδομένων του. Απάντηση σε αυτό βέβαια, θα

μπορούσε να δοθεί από τον ισχυρισμό και μόνο ότι όταν οι άνθρωποι νιώθουν ότι βρίσκονται υπό τη διαρκή απειλή της εικοσιτετράωρης παρακολούθησης, από μόνοι τους θα κάνουν ό,τι μπορούν για να κρύψουν την ταυτότητά τους. Μεταξύ αυτών και οι κακοποιοί, που για το σύστημα αποτελούν άγνωστους μεταξύ αγνώστων.

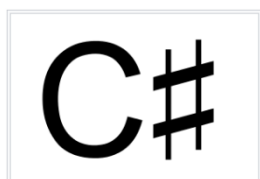
Αλλαγή κεφαλαίου

Κεφάλαιο 4

4.1 Προυποθέσεις υλοποίησης ενός συστήματος αναγνώρισης προσώπου

Στα πλαίσια αυτής της πτυχιακής εργασίας αναφέρθηκαν κάποιες βασικές έννοιες για την ταυτοποίηση και πιστοποίηση ενός προσώπου καθώς και τρεις τεχνικές αναγνώρισης προσώπου. Όλες οι παραπάνω τεχνικές είναι το ίδιο αξιοσημείωτες και αποτελεσματικές. Ωστόσο η υλοποίηση και η εφαρμογή ενός συστήματος αναγνώρισης και ανίχνευσης προσώπου θα γίνει με την *eigenface* τεχνική. Αρχικά η εφαρμογή αναγνώρισης και ανίχνευσης θα έπρεπε να είναι διαδικτυακή (*web based*), φοριτή(*portable*) και ανεξάρτητης πλατφόρμας(*platform independent*). Μια από τις πολλές γλώσσες που θα μπορούσαν να στηρίξουν την υλοποίηση της εφαρμογής αυτής είναι η γλώσσα προγραμματισμού *C#*(*c sharp*). Από πλευρά υλικού που θα χρειαζόμασταν για την υλοποίηση της εφαρμογής τέθηκαν ιδιαίτερα χαμηλές προδιαγραφές που αντιστοιχούν σε ένα επιτραπέζιο υπολογιστή ώστε να καταστούν εμφανείς οι υπολογιστικές απαιτήσεις του αλγορίθμου. Το λογισμικό ανάπτυξης ήταν ο μεταγλωττιστής (*compiler*) *C/C#* στην *Visual Studio 2017* και η βιβλιοθήκη αλγορίθμων που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία εικόνας και όρασης υπολογιστών είναι η *OpenCV* και η *Emgu*.

4.2 Η γλώσσα προγραμματισμού C#



Η *C#* είναι μια γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού, πολλαπλών παραδειγμάτων που περιλαμβάνει ισχυρούς τύπους δακτυλογράφησης , επιτακτικούς , δηλωτικούς , λειτουργικούς , γενικούς , αντικειμενοστρεφείς (βασισμένους σε τάξη) [16] Αναπτύχθηκε γύρω στο 2000 από την *Microsoft* στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας *.NET* και αργότερα εγκρίθηκε ως πρότυπο από *Ecma* (*ECMA-334*) και *ISO* (*ISO / IEC 23270: 2018*). Το *C #* είναι μία από τις γλώσσες προγραμματισμού που έχουν σχεδιαστεί για την Κοινή Γλωσσική Υποδομή .

Το *C #* σχεδιάστηκε από τον *Anders Hejlsberg* και η ομάδα ανάπτυξής του διευθύνεται σήμερα από τον *Mads Torgersen* . Η πιο πρόσφατη έκδοση είναι το *C # 7.3*, το οποίο κυκλοφόρησε το 2018 μαζί με το *Visual Studio 2017* έκδοση 15.7.2.

4.2.1 Η γλώσσα C# είναι σχεδιασμένη :

Το πρότυπο ECMA παραθέτει αυτούς τους στόχους σχεδιασμού για το C #: ^[16]

- Η γλώσσα προορίζεται να είναι μια απλή, σύγχρονη, γενικής χρήσης, αντικειμενοστραφή γλώσσα προγραμματισμού .
- Η γλώσσα και οι εφαρμογές της, πρέπει να παρέχουν υποστήριξη για αρχές μηχανικής λογισμικού όπως ισχυρός έλεγχος τύπων, έλεγχος ορίων συστοιχιών, ανίχνευση προσπαθειών για χρήση μη αρχικών μεταβλητών και αυτόματη συλλογή απορριμμάτων . Η ευρωστία του λογισμικού, η ανθεκτικότητα και η παραγωγικότητα του προγραμματιστή είναι σημαντικά.
- Η γλώσσα προορίζεται για χρήση στην ανάπτυξη εξαρτημάτων λογισμικού κατάλληλων για ανάπτυξη σε κατανεμημένα περιβάλλοντα.
- Η φορητότητα είναι πολύ σημαντική για τον πηγαίο κώδικα και τους προγραμματιστές, ειδικά εκείνους που είναι ήδη εξοικειωμένοι με το C και το C ++ .
- Η υποστήριξη της διεθνοποίησης είναι πολύ σημαντική.
- Το C # προορίζεται να είναι κατάλληλο για την εγγραφή εφαρμογών τόσο για φιλοξενούμενα όσο και για ενσωματωμένα συστήματα , που κυμαίνονται από τα πολύ μεγάλα που χρησιμοποιούν εξελιγμένα λειτουργικά συστήματα μέχρι τα πολύ μικρά με ειδικές λειτουργίες.
- Αν και οι εφαρμογές C # προορίζονται να είναι οικονομικές όσον αφορά τις απαιτήσεις ισχύος μνήμης και επεξεργασίας , η γλώσσα δεν προορίζεται να ανταγωνιστεί άμεσα την απόδοση και το μέγεθος με τη γλώσσα C ή τη συναρμολόγηση.

4.3 Ανάπτυξη σε περιβάλλον Visual Studio

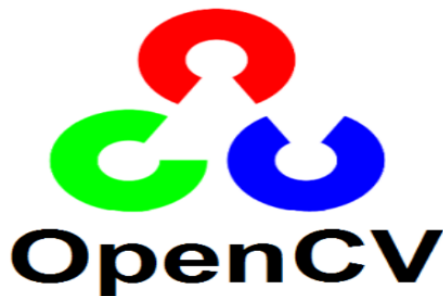


Το Microsoft Visual Studio είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) από τη Microsoft .Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών , καθώς και ιστοσελίδων ,εφαρμογών ιστού, υπηρεσιών ιστού και εφαρμογών για κινητά . Το Visual Studio χρησιμοποιεί πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού της Microsoft, όπως τα Windows API , τα Windows Forms , το Windows Presentation Foundation , το Windows Store και το Microsoft Silverlight . Μπορεί να παράγει τόσο εγγενή κώδικα όσο και διαχειριζόμενο κώδικα .

Το Visual Studio περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα το οποίο υποστηρίζει το IntelliSense (το στοιχείο ολοκλήρωσης κώδικα) καθώς και το refactoring κώδικα . Το ενσωματωμένο πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων λειτουργεί τόσο ως πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων σε επίπεδο πηγής όσο και ως εργαλείο εντοπισμού σφαλμάτων σε επίπεδο μηχανής

Το Visual Studio υποστηρίζει 36 διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού και επιτρέπει στον επεξεργαστή κώδικα και στον εντοπισμό σφαλμάτων να υποστηρίξει (σε διαφορετικούς βαθμούς) σχεδόν οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει μια συγκεκριμένη γλώσσα. Στην παρούσα εφαρμογή θα αναπτύξουμε τον κώδικα στην γλώσσα προγραμματισμού C#.

4.4 Open Source Computer Vision Library – OpenCV



Η OpenCV είναι μια βιβλιοθήκη ελεύθερου λογισμικού η οποία αναπτύχθηκε από την Intel και αφορά στην επεξεργασία εικόνας. Η OpenCV παρέχει μία μεσαίου έως υψηλού επιπέδου διασύνδεση εφαρμογών με περίπου τριακόσιες συναρτήσεις γραμμένες σε C και μερικές κλάσεις C++. Η ανάπτυξη επικοινωνίας ανθρώπου με υπολογιστή, η ανίχνευση, απομόνωση και αναγνώριση αντικειμένων, η ανίχνευση και αναγνώριση προσώπων, η κατανόηση και παρακολούθηση κίνησης είναι μερικά από τα πεδία μηχανικής όρασης που καλύπτει. Οι αλγόριθμοι της OpenCV είναι βελτιστοποιημένοι για επεξεργαστές αρχιτεκτονικής Intel Pentium (MMX, Pro, 3, 4). Τέλος, η δημιουργία της OpenCV αποσκοπεί και στην δημιουργία μιας κοινότητας ανοιχτού λογισμικού, σχετική με την μηχανική όραση, η οποία θα αναπτύσσει σύγχρονες μεθόδους επεξεργασίας εικόνας σε ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο τεχνολογικό περιβάλλον.

4.4.1 Ανίχνευση Προσώπων με την OpenCV

Η OpenCV παρέχει χαμηλού και υψηλού επιπέδου API για την Ανίχνευση Προσώπων ή άλλων Αντικειμένων, ανάλογα με την εκπαίδευση που έχει προηγηθεί στον ταξινομητή αντικειμένων που προσφέρει.

Ο ταξινομητής αντικειμένων που προσφέρει είναι αυτός που έχει προταθεί από τους Viola & Jones και έχει βελτιωθεί από τον Lienhart κ.ά. Ο ταξινομητής για τα πρόσωπα έχει εκπαιδευτεί με εκατοντάδες θετικά δείγματα προσώπων μεγέθους 20x20 και αυθαίρετα αρνητικά δείγματα ίδιου μεγέθους.

Η OpenCV περιέχει την εφαρμογή Haartraining για την εκπαίδευση ενός ταξινομητή με ένα δεδομένο σύνολο θετικών και αρνητικών δειγμάτων, που αφορούν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Η εφαρμογή αυτή δημιουργεί ένα xml αρχείο που περιέχει τα δεδομένα που αφορούν τον εν λόγω ταξινομητή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για την ανίχνευση του συγκεκριμένου αντικειμένου.

Αφού εκπαιδευτεί ο ταξινομητής, μπορεί να εφαρμοστεί σε μία περιοχή ενδιαφέροντος μίας εικόνας εισόδου. Ο ταξινομητής αποκρίνεται με "1" αν η περιοχή περιέχει το αναζητούμενο αντικείμενο και με "0" σε αντίθετη περίπτωση. Για να αναζητηθεί το αντικείμενο σε ολόκληρη την εικόνα, το παράθυρο αναζήτησης μπορεί να μετακινηθεί σε διαφορετικές θέσεις και να ελεγχθεί η απόκριση του ταξινομητή. Ο ταξινομητής έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε το παράθυρο αναζήτησης να μπορεί να τροποποιηθεί ως προς τις διαστάσεις του εύκολα, για να ανευρεθούν αντικείμενα διαφορετικών διαστάσεων, αντί να απαιτείται αντίστοιχη μεταβολή των διαστάσεων της ίδιας της εικόνας. Έτσι, για να βρεθεί ένα αντικείμενο άγνωστων διαστάσεων σε μία εικόνα, η διαδικασία αναζήτησης μπορεί να γίνει όσες φορές χρειάζεται σε διαφορετικές κλίμακες.

Ο τελικός ταξινομητής αποτελείται από επίπεδα απλούστερων ταξινομητών σε διάταξη καταρράκτη (cascade). Κάθε επίπεδο του καταρράκτη αποτελείται από ένα ισχυρό ταξινομητή (strong classifier) που κατασκευάζεται από απλούστερους αδύναμους ταξινομητές (weak classifiers) με την τεχνική της ενίσχυσης (boosting). Οι τεχνικές ενίσχυσης που υποστηρίζονται είναι η Discrete AdaBoost, η Real AdaBoost, η Gentle AdaBoost και η LogitBoost. Οι αδύναμοι ταξινομητές που χρησιμοποιούνται είναι δένδρα απόφασης (decision trees) με 1 έως 4 κόμβους. Οι αδύναμοι ταξινομητές παίρνουν ως είσοδο ορθογώνια χαρακτηριστικά (features) τύπου Haar, που καθορίζονται από την θέση, τις διαστάσεις, τον προσανατολισμό και την μορφή τους και παίρνουν τιμές μία σταθμισμένη διαφορά των εντάσεων των εικονοστοιχείων στις περιοχές που ορίζουν. Τα αθροίσματα των εντάσεων υπολογίζονται με τη χρήση της εικόνας ολοκλήρωμα (integral image) που έχει προϋπολογιστεί.

Έτσι μια χαμηλού επιπέδου ρουτίνα, για παράδειγμα, περιέχει τη δυνατότητα στον χρήστη να ελέγξει μία συγκεκριμένη περιοχή της εικόνας για το αν περιέχει ή όχι πρόσωπο. Βοηθητικές ρουτίνες υπολογίζουν τις εικόνες ολοκληρώματα, και ρυθμίζουν την κλίμακα αναζήτησης του ταξινομητή για πρόσωπα διαφορετικών μεγεθών κλπ.

Αντίθετα, μία υψηλού επιπέδου συνάρτηση, όπως η `cvHaarDetectObjects` κάνει όλα τα προηγούμενα, χρησιμοποιώντας τον ταξινομητή που είναι αποθηκευμένος σε xml αρχείο, παρέχοντας αυτόματα τα αποτελέσματα ανίχνευσης στο χρήστη, πράγμα που είναι τις περισσότερες φορές αρκετό

4.5 Η Εκπαίδευση του Ταξινομητή

Η κατασκευή του ταξινομητή και η εκπαίδευσή του γίνεται με την εφαρμογή `Haartraining`. Η κλήση της εφαρμογής γίνεται ως εξής:

```
Haartraining
-data eyes_classifier
-vec eyes.vec -w 20 -h 15
-bg backgrounds.idx
-nstages 15
-nsplits 1
-minhitrate 0.995
-maxfalsealarm 0.5
```

Στο παραπάνω παράδειγμα ο ταξινομητής θα αποθηκευτεί στο αρχείο **eyes_classifier.xml**. Τα θετικά δείγματα εκπαίδευσης θα ληφθούν από το αρχείο **eyes.vec** και θα έχουν διαστάσεις 20x15. Τα αρνητικά δείγματα θα ληφθούν από το αρχείο **backgrounds.idx**. Ο καταρράκτης ταξινομητής θα αποτελείται από `nstages` επίπεδα. Κάθε επίπεδο εκπαιδεύεται ώστε ο ταξινομητής που περιέχει να εμφανίζει ρυθμό θετικών ανιχνεύσεων τουλάχιστον **minhitrate** και ρυθμό εσφαλμένων ανιχνεύσεων το πολύ **maxfalsealarm**. Κάθε αδύναμος ταξινομητής θα έχει ακριβώς **nsplits** κόμβους (το 1 αντιστοιχεί σε ρίζα δένδρου απόφασης).

4.6 Η Συνάρτηση Ανίχνευσης

Η συνάρτηση `cvHaarDetectObjects` βρίσκει ορθογώνιες περιοχές σε μια δεδομένη εικόνα που είναι πιθανό να περιέχουν αντικείμενα που ο ταξινομητής έχει εκπαιδευτεί να διακρίνει και επιστρέφει αυτές τις περιοχές σαν μία σειρά από ορθογώνια. Η συνάρτηση σαρώνει την εικόνα αρκετές φορές σε διαφορετικές

κλίμακες, και κάθε φορά, για κάθε περιοχή, εφαρμόζει τον ταξινομητή για να ελέγξει την ύπαρξη του προς ανίχνευση αντικειμένου.

Αφού προχωρήσει η διαδικασία και συλλεγούν τα υποψήφια ορθογώνια (περιοχές που επαληθεύονται από τον ταξινομητή), ομαδοποιούνται σε ομάδες επικαλυπτόμενων ορθογωνίων και επιστρέφονται σαν μία σειρά από μέσα ορθογώνια πλαίσια, ένα για κάθε ομάδα.

Οι προκαθορισμένες παράμετροι (scale_factor=1.1, min_neighbors=3, flags=0) είναι ρυθμισμένες για μεγαλύτερης ακρίβειας αν και χρονοβόρα ανίχνευση.

Για ταχύτερη λειτουργία σε εικόνες βίντεο οι ρυθμίσεις είναι:

scale_factor=1.2, min_neighbors=2, flags=CV_HAAR_DO_CANNY_PRUNING,
min_size=<minimum possible face size>

4.7 Η συνάρτηση **cvHaarDetectObjects** δέχεται τις εξής παραμέτρους:

```
CvSeq* cvHaarDetectObjects( const CvArr* image,  
                             CvHaarClassifierCascade* cascade,  
                             CvMemStorage* storage,  
                             double scale_factor=1.1,  
                             int min_neighbors=3,  
                             int flags=0,  
                             CvSize min_size=cvSize(0,0) );
```

Image: Η εικόνα στην οποία ανιχνεύονται τα αντικείμενα

cascade: Η αναφορά στον χρησιμοποιούμενο ταξινομητή.

storage :Μνήμη για την αποθήκευση της σειράς των ορθογωνίων που ανιχνεύτηκαν τα αντικείμενα.

scale_factor :Ο συντελεστής κατά τον οποίο μεγεθύνεται το παράθυρο ανίχνευσης μεταξύ των διαδοχικών σαρώσεων της εικόνας, π.χ., 1.1 σημαίνει αύξηση του παραθύρου κατά 10%.

min_neighbors :Ο ελάχιστος αριθμός (μείον 1) των γειτονικών ορθογωνίων που αντιστοιχούν στο ίδιο αντικείμενο και συγχωνεύονται σε ένα. Όλες οι ομάδες με μικρότερο αριθμό ανιχνευμένων ορθογωνίων απορρίπτονται ως εσφαλμένες ανιχνεύσεις. Εάν η min_neighbors είναι 1, η συνάρτηση δεν κάνει καμμία ομαδοποίηση και επιστρέφει όλα τα ανιχνευμένα υποψήφια ορθογώνια. Αυτή η λειτουργία είναι χρήσιμη στην περίπτωση που ο χρήστης θέλει να εφαρμόσει μια εξειδικευμένη διαδικασία ομαδοποίησης.

flags :Τρόπος λειτουργίας. Ο μόνος διαθέσιμος αυτή τη στιγμή τρόπος λειτουργίας είναι ο **CV_HAAR_DO_CANNY_PRUNING**. Σ' αυτή την περίπτωση, η συνάρτηση χρησιμοποιεί τη μέθοδο ανίχνευσης ακμών του Canny για να απορρίψει κάποιες περιοχές που περιέχουν πολύ λίγες ή πάρα πολλές ακμές σε σχέση με το αντικείμενο που ανιχνεύεται. Οι συγκεκριμένες τιμές έχουν ρυθμιστεί έτσι ώστε να επιταχύνεται η διαδικασία στην ανίχνευση προσώπων.

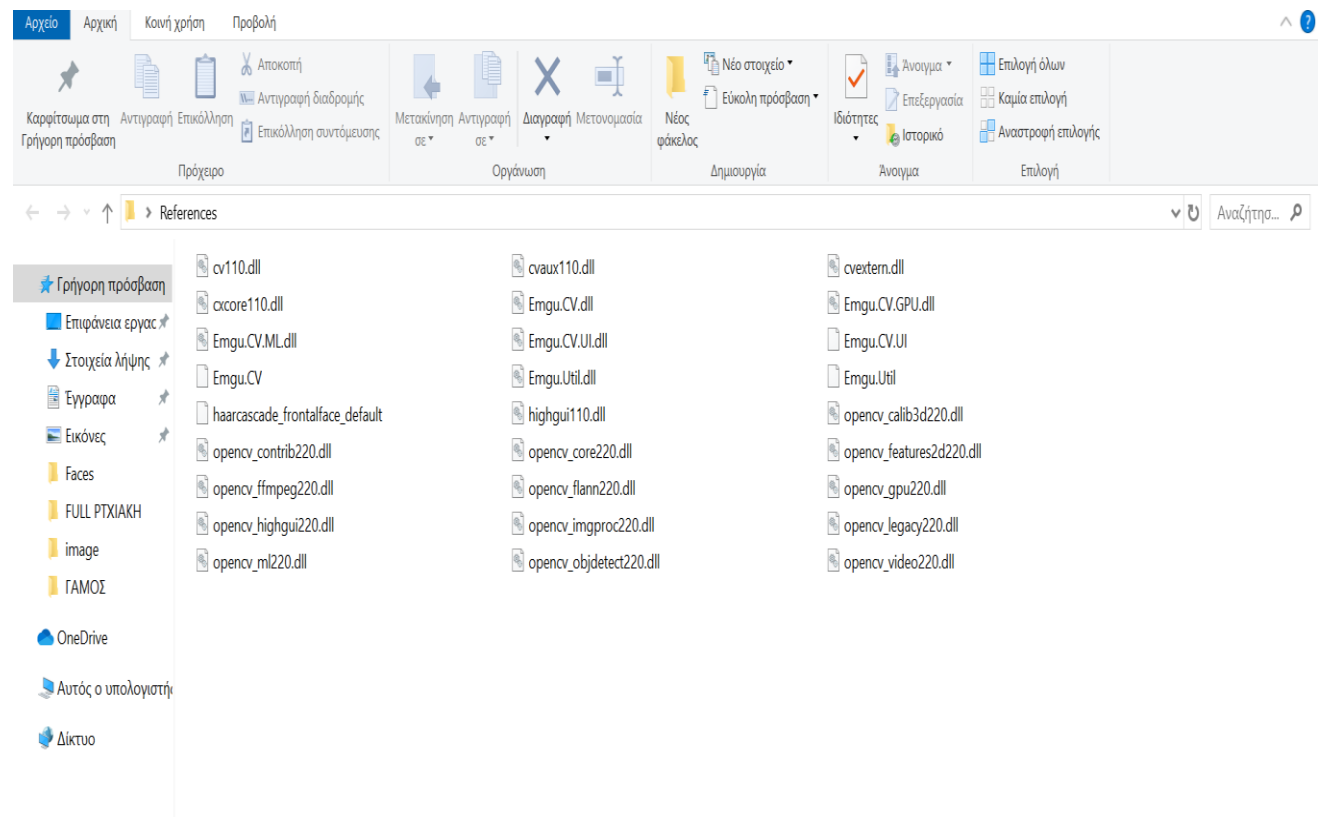
min_size: Ελάχιστο μέγεθος παραθύρου από το οποίο ξεκινά η ανίχνευση. Η προκαθορισμένη τιμή είναι το μέγεθος των δειγμάτων με τα οποία εκπαιδεύτηκε ο ταξινομητής (~20×20 για την ανίχνευση προσώπων).

Αλλαγή κεφαλαίου

Κεφάλαιο 5

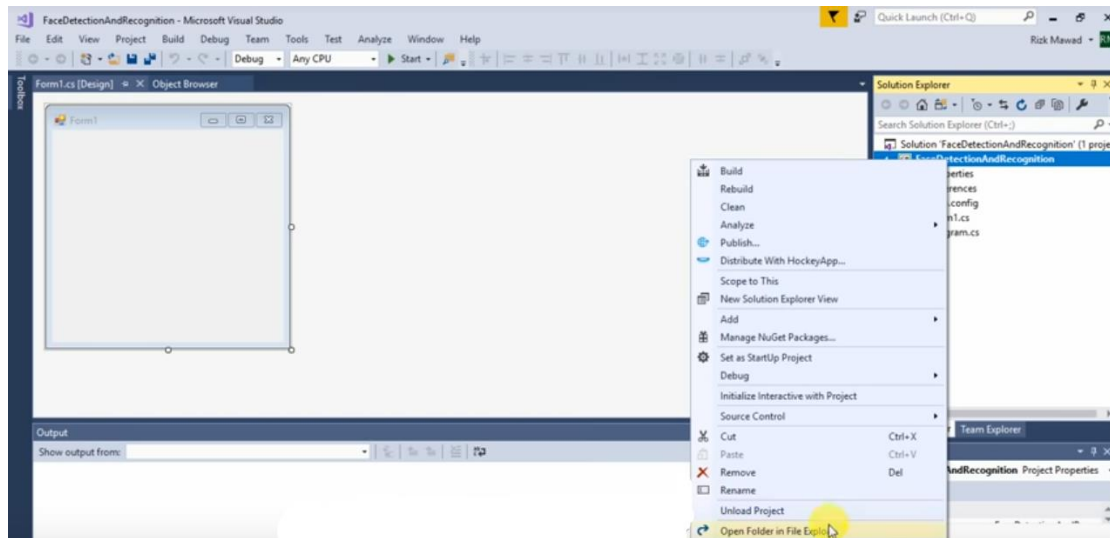
5.1 Παρουσίαση και εκτέλεση της εφαρμογής

Αρχικά πρέπει να γίνει προσθήκη των references καθώς και της βιβλιοθήκης του open cv

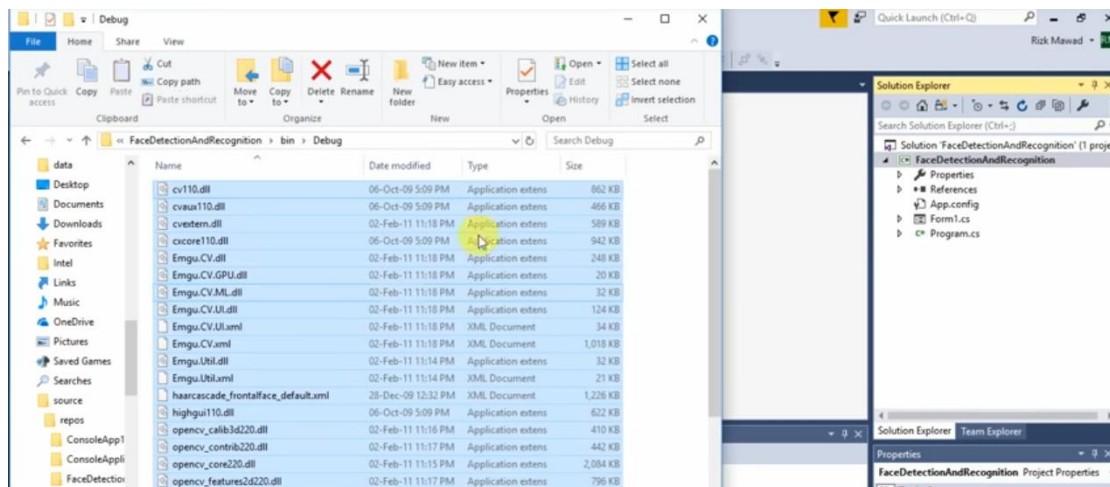


Εικόνα 6

Η προσθήκη θα γίνει στο φάκελο Debug<bin<FaceDetectionANDRecognition

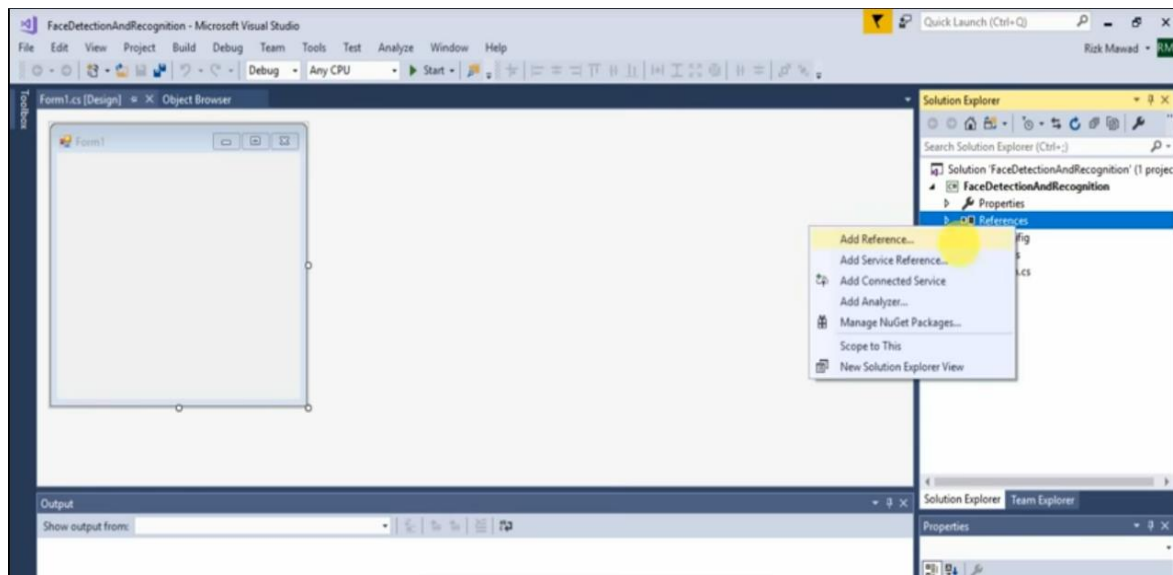


Εικόνα 7

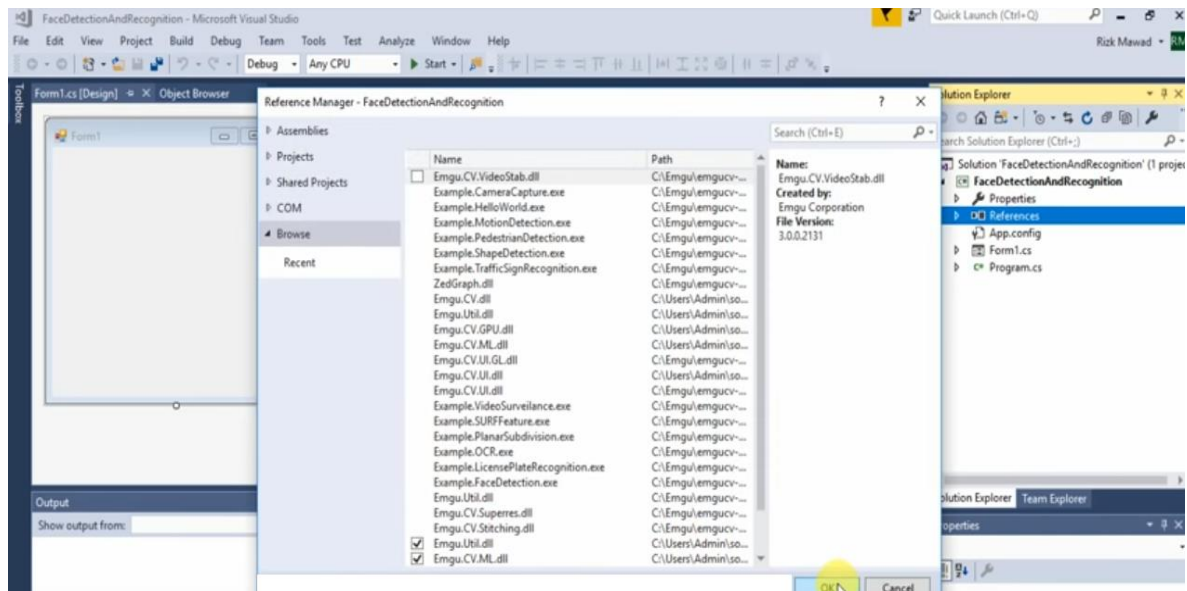


Εικόνα 8

Έπειτα προσθέτουμε όλους τους φακέλους που περιέχει το emgu για να ξεκινήσουμε το project.

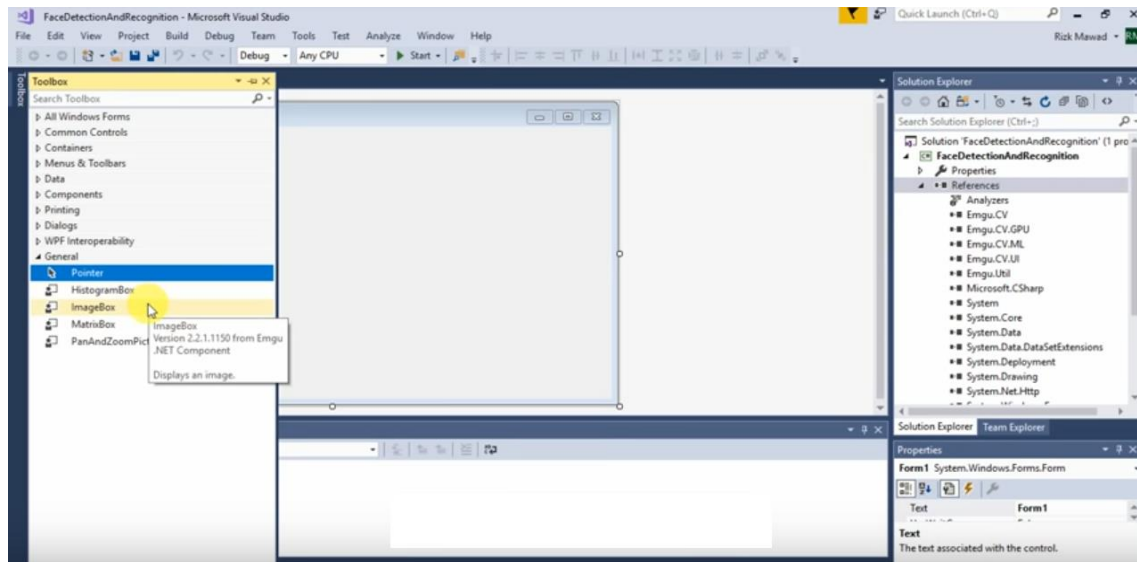


Εικόνα 9

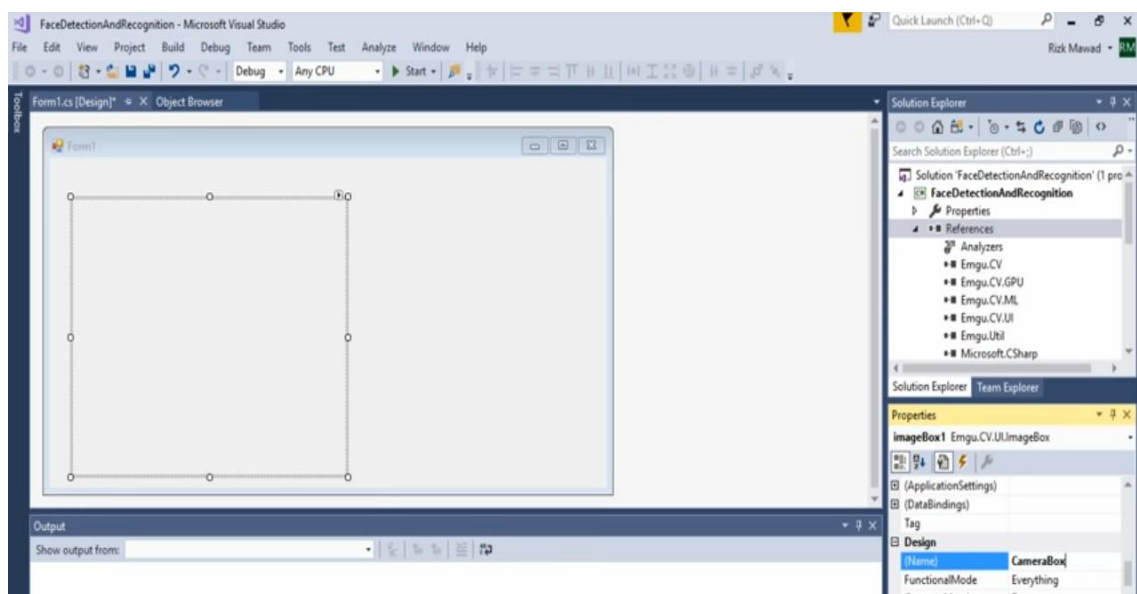


Εικόνα 10

Η έναρξη του κώδικα γίνεται με την εισαγωγή ενός imagebox μέσα στο form1. Το imagebox στην δικιά μας περίπτωση το μετονομάζουμε σε cameraBox για να μας διευκολύνει στην συνέχεια.

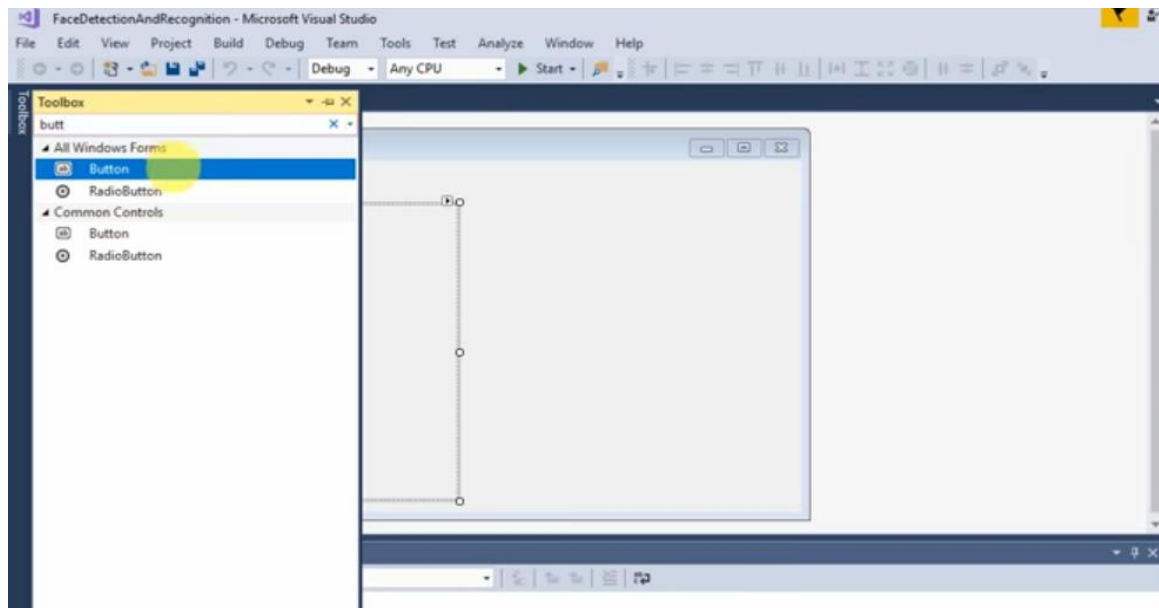


Εικόνα 11

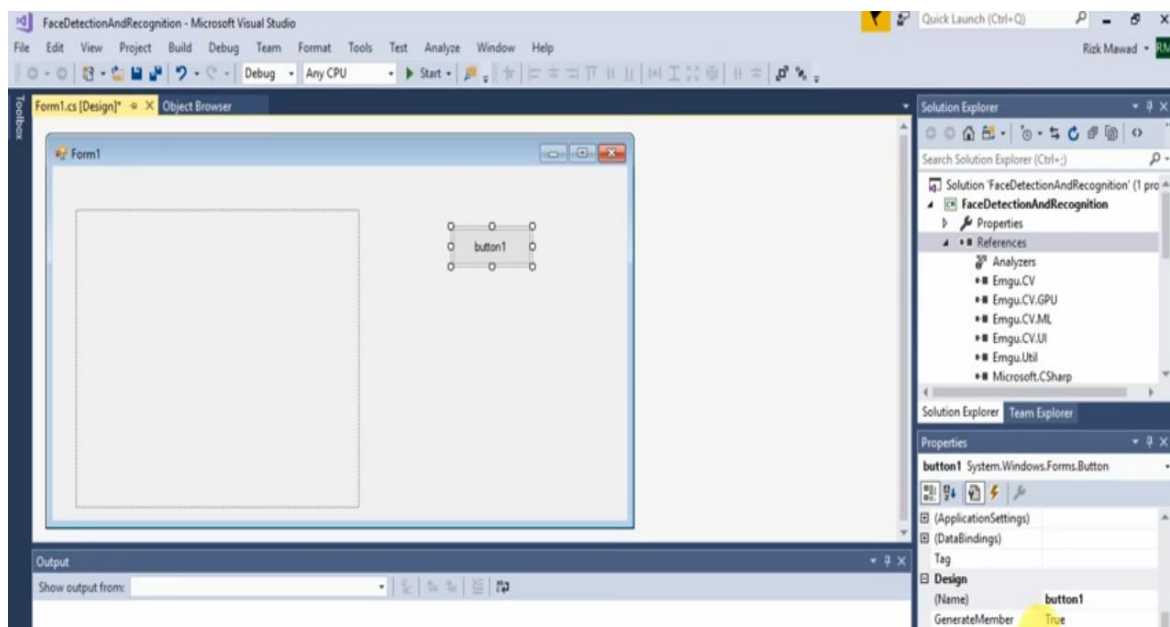


Εικόνα 12

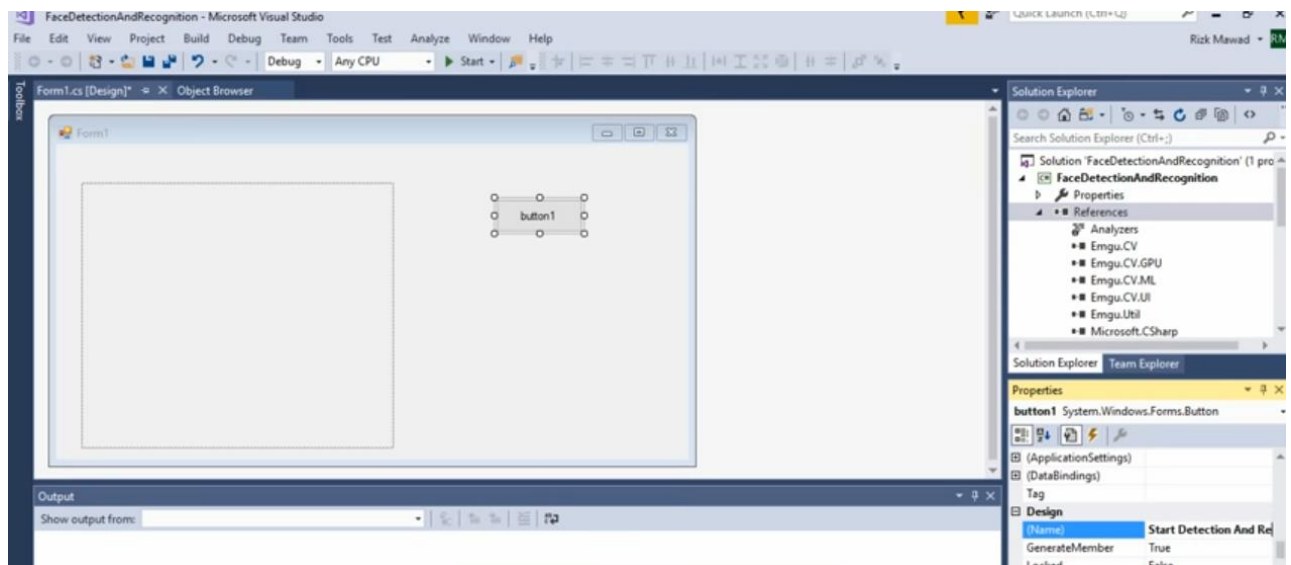
Μέσω των toolbox που μας παρέχει το VisualStudio επιλέγουμε το εργαλείο button, θεωρητικά ένα εικονικό κούμπι το οποίο μετονομάζουμε σε Detection And Recognition Face ,έτσι αναπτύσσετε το Program.sc ένα νέο code.



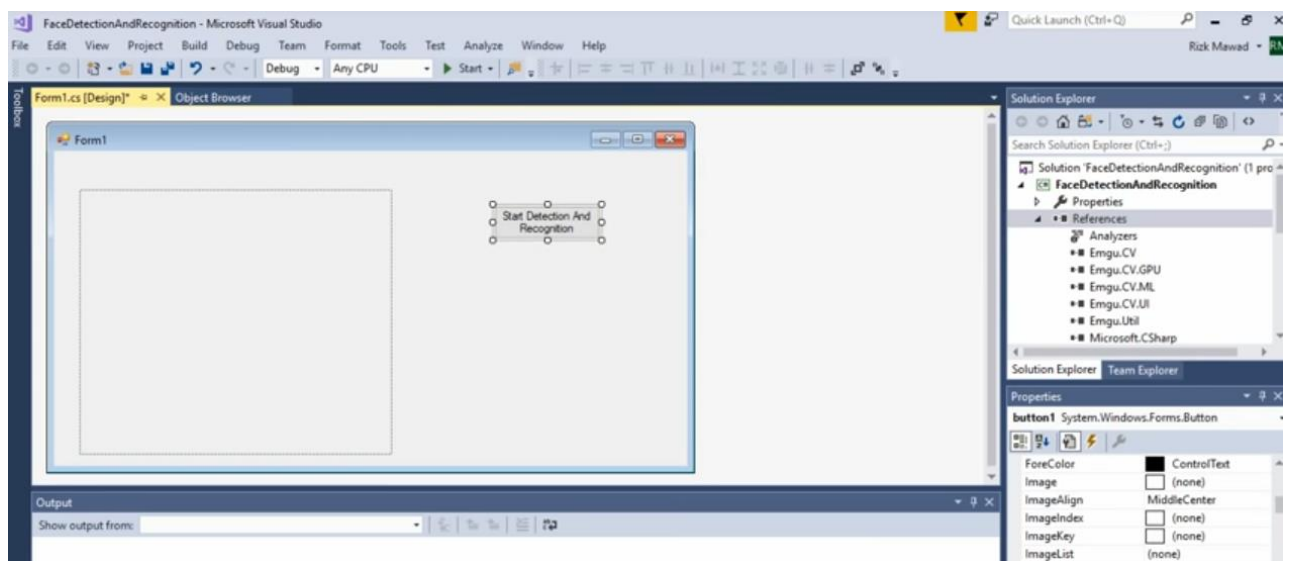
Εικόνα 13



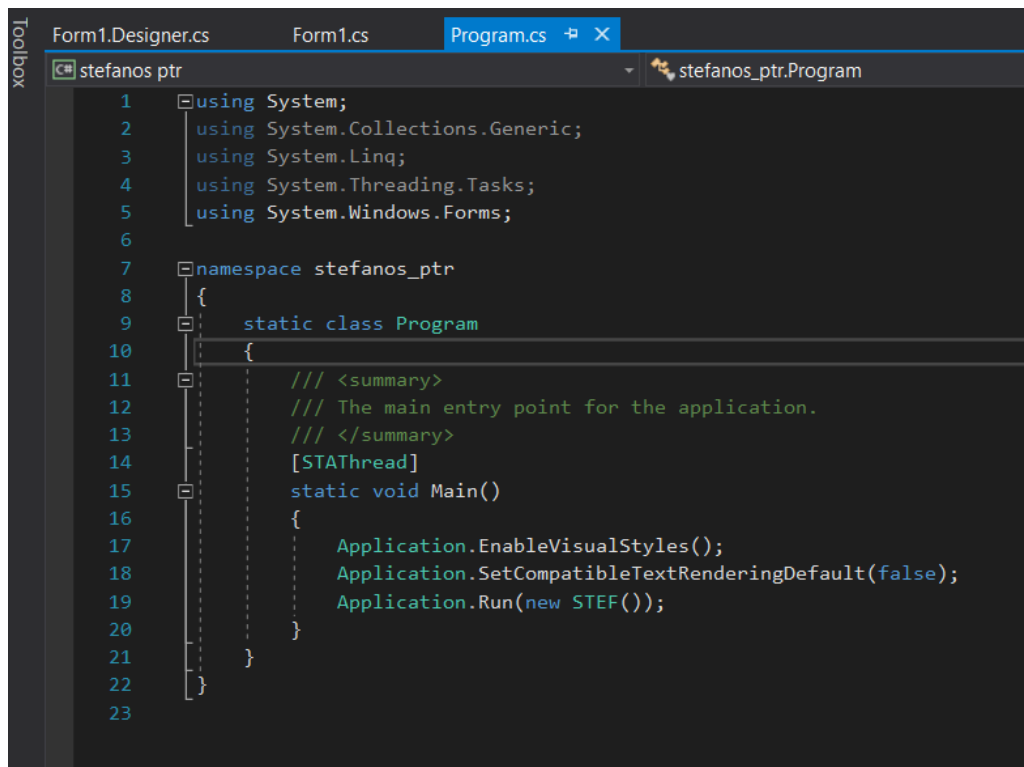
Εικόνα 14



Εικόνα 15



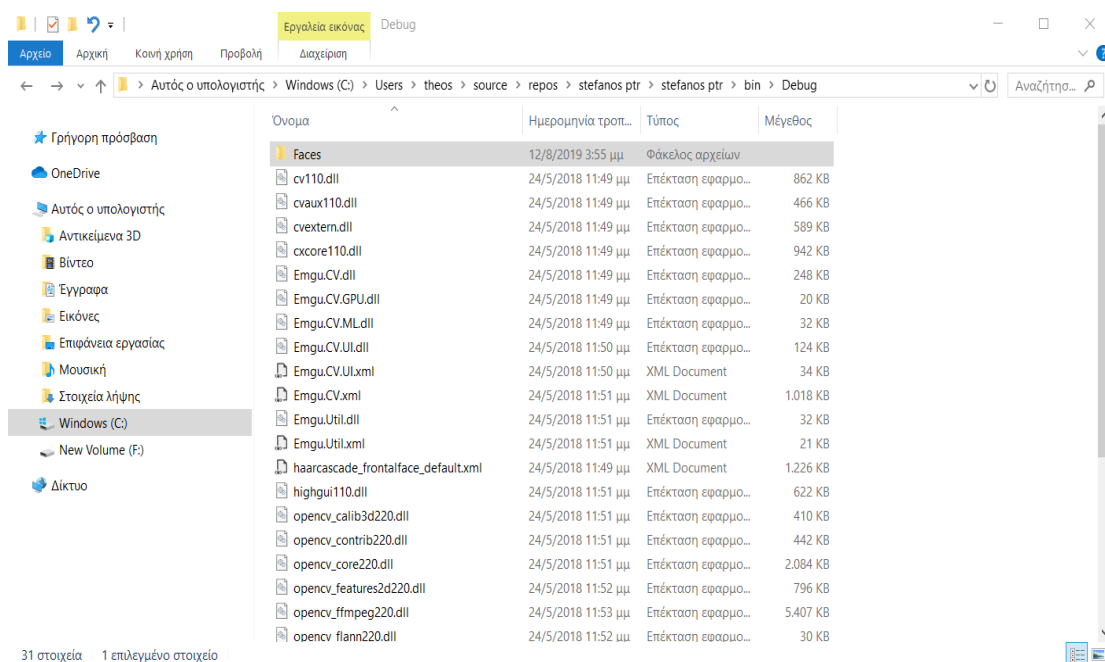
Εικόνα 16



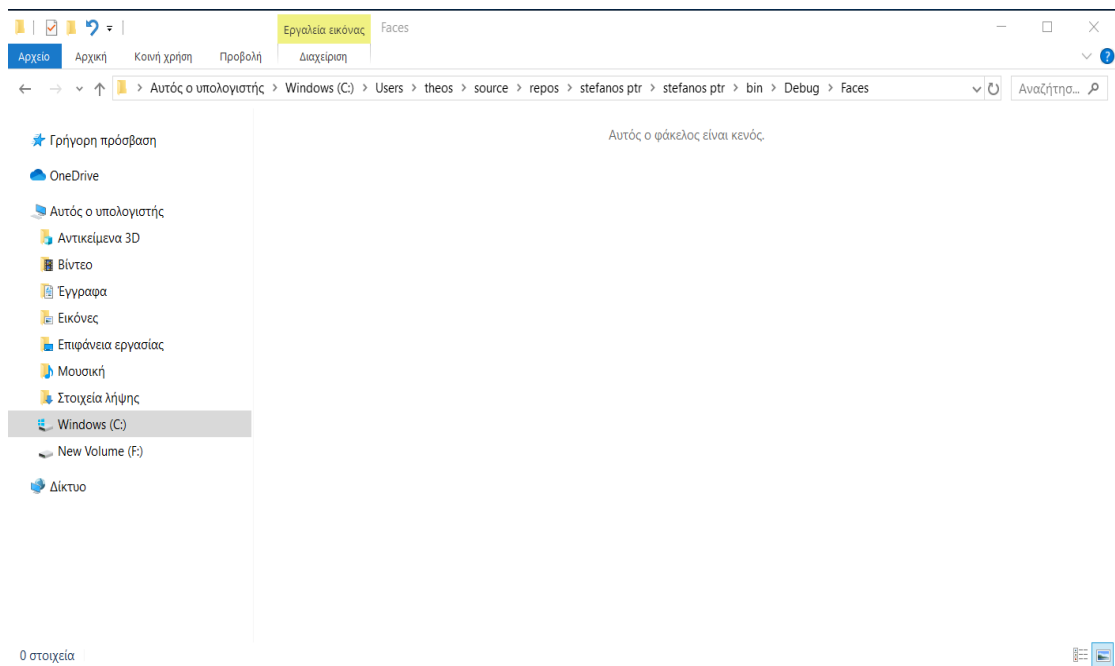
```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.Linq;
4 using System.Threading.Tasks;
5 using System.Windows.Forms;
6
7 namespace stefanos_ptr
8 {
9     static class Program
10     {
11         /// <summary>
12         /// The main entry point for the application.
13         /// </summary>
14         [STAThread]
15         static void Main()
16         {
17             Application.EnableVisualStyles();
18             Application.SetCompatibleTextRenderingDefault(false);
19             Application.Run(new STEF());
20         }
21     }
22 }
23
```

Εικόνα 17

Στο σημείο αυτό θα δημιουργήσουμε έναν νέο φάκελο με το όνομα Faces μέσα στον φάκελο Debug

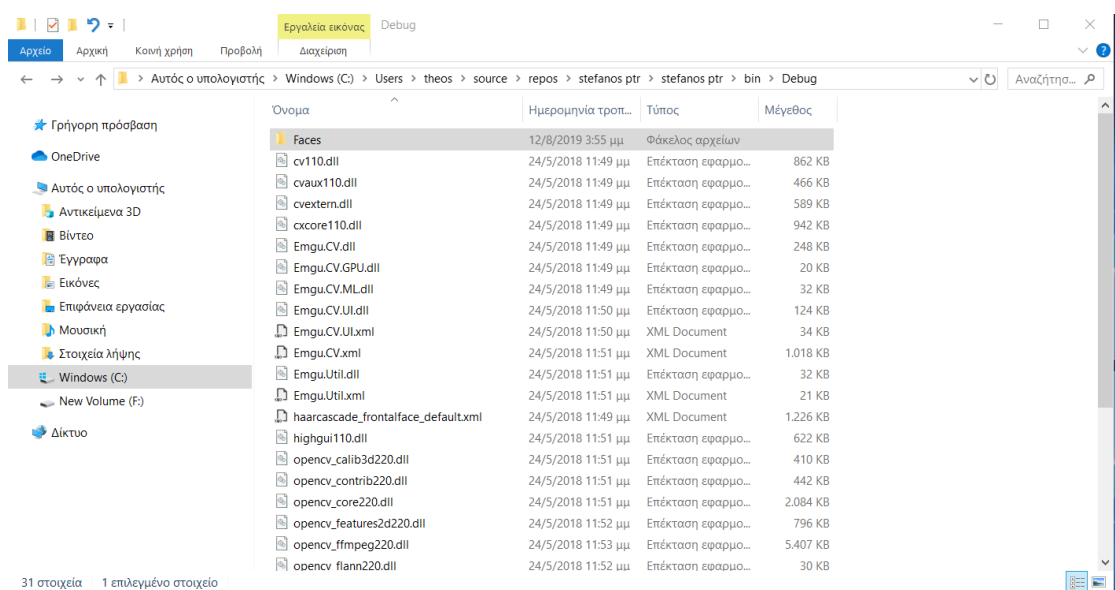


Εικόνα 18

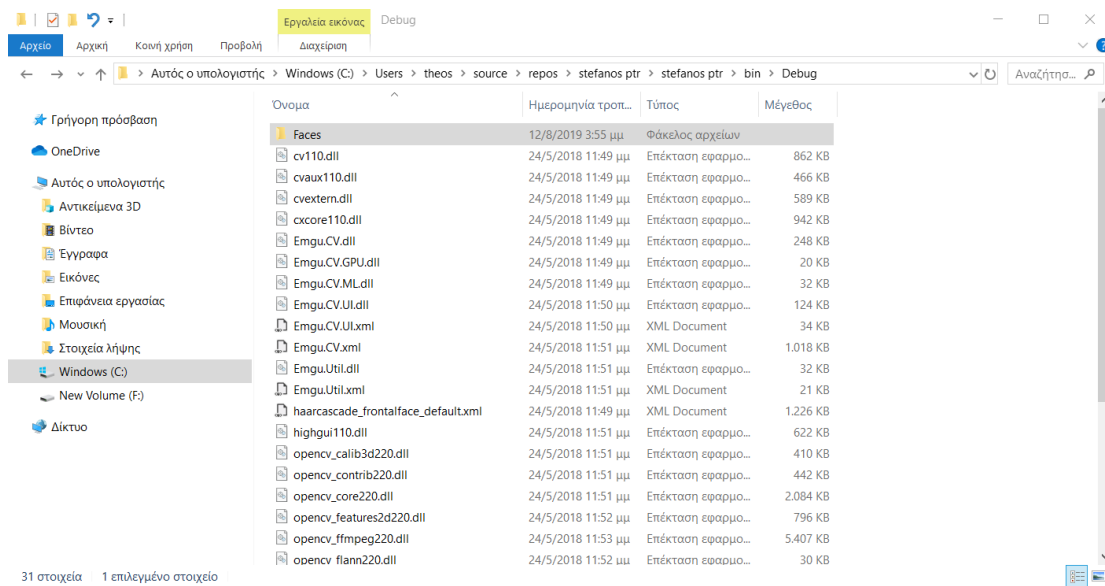


Εικόνα 19

Αρχικά ο φάκελος Faces θα είναι κενός μεχρι την στιγμή που η κάμερα ανιχνεύση και εστίαση στο πρώτο πρόσωπο , από την στιγμή εκείνη που θα αποθηκεύσουμε το πρώτο πρόσωπο ο φάκελος Face θα λειτουργεί σαν μια βάση δεδομένων που θα αποθηκεύει τις εικόνες των προσώπων που η κάμερα εντοπίζει καθώς και το ονοματεπώνυμο του κάθε εικονιζόμενου

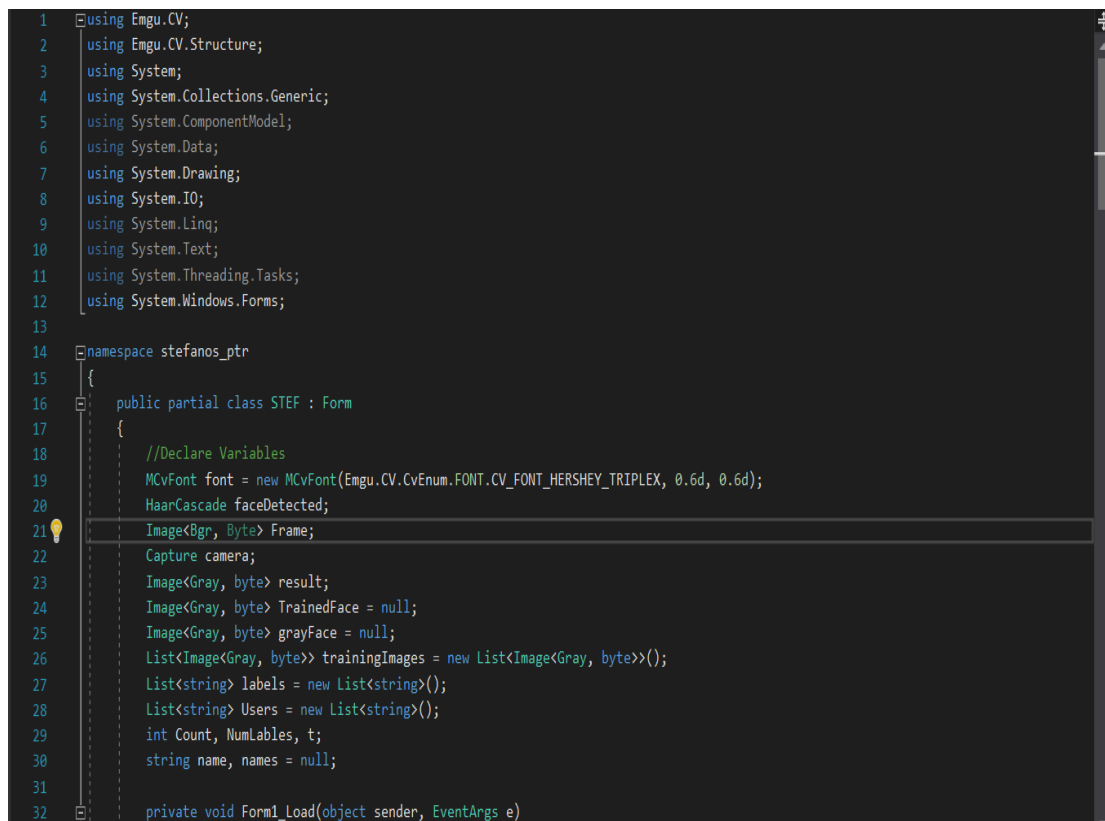


Εικόνα 20



Εικόνα 21

Στην συνέχεια εφόσον έχουμε εκτελέσει τα παραπάνω βήματα που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη της εφαρμογής, αναπτύσσουμε τις συναρτήσεις για την ανίχνευση και αναγνώριση προσώπου.



Εικόνα 22

```

31
32 private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
33 {
34
35 }
36
37
38
39 public STEF()
40 {
41     InitializeComponent();
42     //HaarCascade is for face detection
43     faceDetected = new HaarCascade("haarcascade_frontalface_default.xml");
44     try
45     {
46
47         string Labelsinf = File.ReadAllText(Application.StartupPath + "/Faces/Faces.txt");
48         string[] Labels = Labelsinf.Split(',');
49         //The first label before,will be the number of faces saved
50         NumLables = Convert.ToInt16(Labels[0]);
51         Count = NumLables;
52         string FacesLoad;
53         for(int i=1;i<NumLables + 1; i++)
54         {
55             FacesLoad = "face" + i + ".bmp";
56             trainingImages.Add(new Image<Gray, byte>(Application.StartupPath + $"/Faces/{FacesLoad}"));
57             labels.Add(Labels[i]);
58         }
59     }
60
61     catch(Exception ex)
62     {
63         MessageBox.Show("Nothing in the Database");
64     }
65 }

```

Εικόνα 23

```

63         MessageBox.Show("Nothing in the Database");
64     }
65 }
66
67 private void start_Click(object sender, EventArgs e)
68 {
69     camera = new Capture();
70     camera.QueryFrame();
71     Application.Idle += new EventHandler(FrameProcedure);
72 }
73
74 private void saveButton_Click(object sender, EventArgs e)
75 {
76     Count = Count + 1;
77     grayFace = camera.QueryGrayFrame().Resize(320, 240, Emgu.CV.CvEnum.INTER.CV_INTER_CUBIC);
78     MCvAvgComp[][] DetectedFaces = grayFace.DetectHaarCascade(faceDetected, 1.2, 10, Emgu.CV.CvEnum.HAAR_DETECTION_TYPE.DO_CANNY_PRUNING,
79     foreach (MCvAvgComp f in DetectedFaces[0])
80     {
81         TrainedFace = Frame.Copy(f.rect).Convert<Gray, byte>();
82         break;
83     }
84     TrainedFace = result.Resize(100, 100, Emgu.CV.CvEnum.INTER.CV_INTER_CUBIC);
85     trainingImages.Add(TrainedFace);
86     labels.Add(textName.Text);
87     File.WriteAllText(Application.StartupPath + "/Faces/Faces.txt", trainingImages.ToArray().Length.ToString() + ",");
88     for (int i=1; i<trainingImages.ToArray().Length + 1; i++)

```

Εικόνα 24

```

89     {
90         trainingImages.ToArray()[i - 1].Save(Application.StartupPath + "/Faces/face" + i + ".bmp");
91         File.AppendAllText(Application.StartupPath + "/Faces/Faces.txt", labels.ToArray()[i - 1] + ",");
92     }
93 }
94 MessageBox.Show(textName.Text + "Added Succesfully");
95
96 }
97
98 private void FrameProcedure(object sender, EventArgs e)
99 {
100     Users.Add("");
101     Frame = camera.QueryFrame().Resize(320,240, Emgu.CV.CvEnum.INTER.CV_INTER_CUBIC);
102     grayFace = Frame.Convert<Gray, Byte>();
103     MCvAvgComp[][] facesDetectedNow = grayFace.DetectHaarCascade(faceDetected, 1.2, 10, Emgu.CV.CvEnum.HAAR_DETECTION_TYPE.DO_CANNY_PRUNING,
104     foreach (MCvAvgComp f in facesDetectedNow[0])
105     {
106         result = Frame.Copy(f.rect).Convert<Gray, Byte>().Resize(100, 100, Emgu.CV.CvEnum.INTER.CV_INTER_CUBIC);
107         Frame.Draw(f.rect, new Bgr(Color.Green), 3);
108         if (trainingImages.ToArray().Length != 0)
109         {
110             MCvTermCriteria termCriterias = new MCvTermCriteria(Count, 0.001);
111             EigenObjectRecognizer recognizer = new EigenObjectRecognizer(trainingImages.ToArray(),labels.ToArray(), 1500, ref termCriterias);
112             name = recognizer.Recognize(result);
113             Frame.Draw(name, ref font, new Point(f.rect.X - 2, f.rect.Y - 2), new Bgr(Color.Red));
114         }
115     }
116
117     Users.Add("");

```

Εικόνα 25

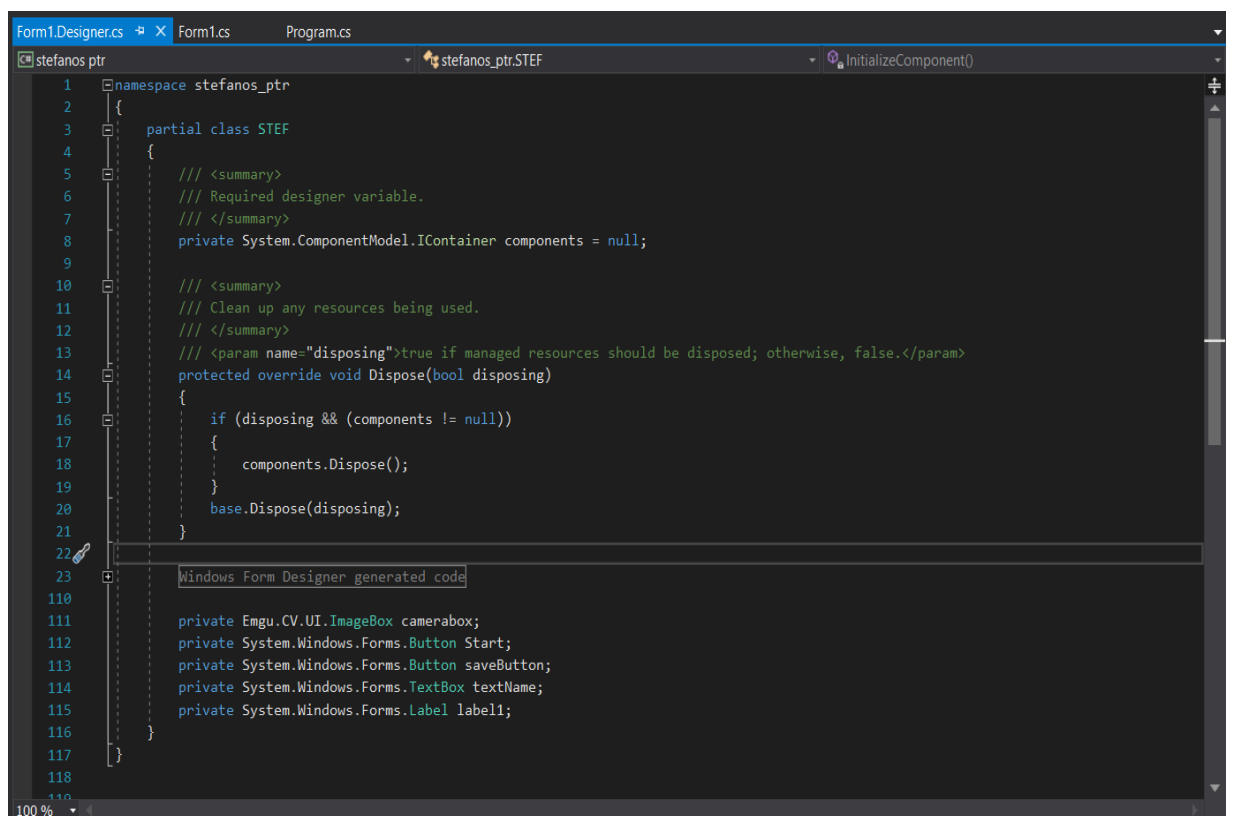
```

116
117         Users.Add("");
118     }
119
120     camerabox.Image = Frame;
121     name = "";
122     Users.Clear();
123
124
125 }
126
127
128

```

Εικόνα 26

Η ανάπτυξη του κώδικα για την σχεδίαση του Form.1 παρουσιάζεται παρακάτω



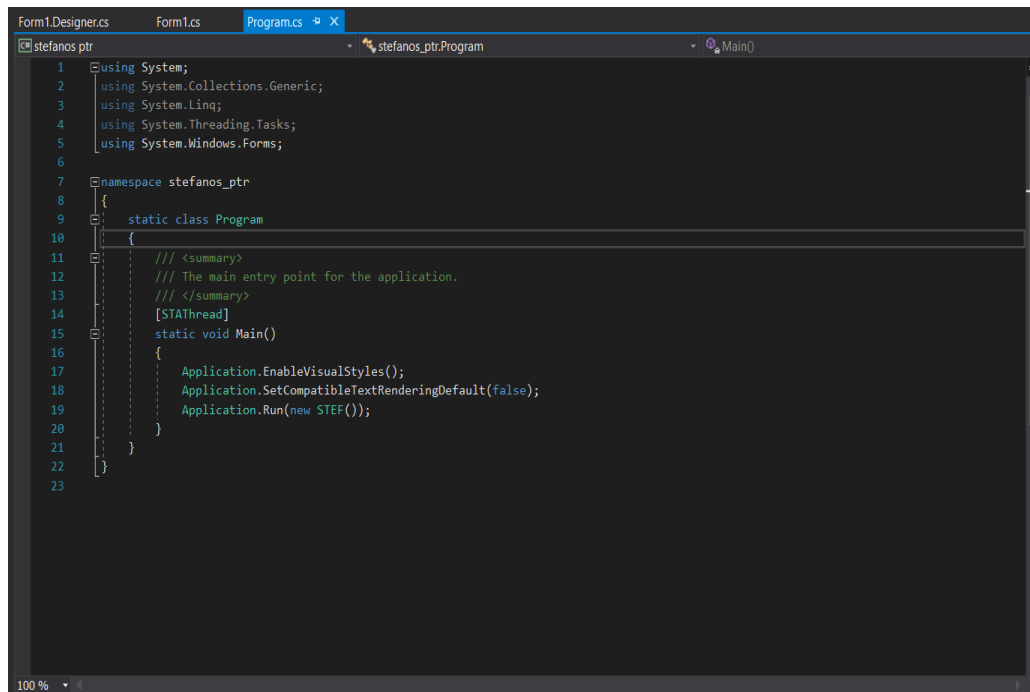
```

Form1.Designer.cs  Form1.cs  Program.cs
stefanos_ptr stefanos_ptr.STEF InitializeComponent()
1 namespace stefanos_ptr
2 {
3     partial class STEF
4     {
5         /// <summary>
6         /// Required designer variable.
7         /// </summary>
8         private System.ComponentModel.IContainer components = null;
9
10        /// <summary>
11        /// Clean up any resources being used.
12        /// </summary>
13        /// <param name="disposing">true if managed resources should be disposed; otherwise, false.</param>
14        protected override void Dispose(bool disposing)
15        {
16            if (disposing && (components != null))
17            {
18                components.Dispose();
19            }
20            base.Dispose(disposing);
21        }
22
23        Windows Form Designer generated code
24
25        private Emgu.CV.UI.ImageBox camerabox;
26        private System.Windows.Forms.Button Start;
27        private System.Windows.Forms.Button saveButton;
28        private System.Windows.Forms.TextBox textName;
29        private System.Windows.Forms.Label label1;
30    }
31 }

```

Εικόνα 27

Η ανάπτυξη του κώδικα για το Program.cs παρουσιάζεται παρακάτω, ο οποίος αναπτύσσεται αυτόματα κλικάροντας το button= Detection And Recognition Face



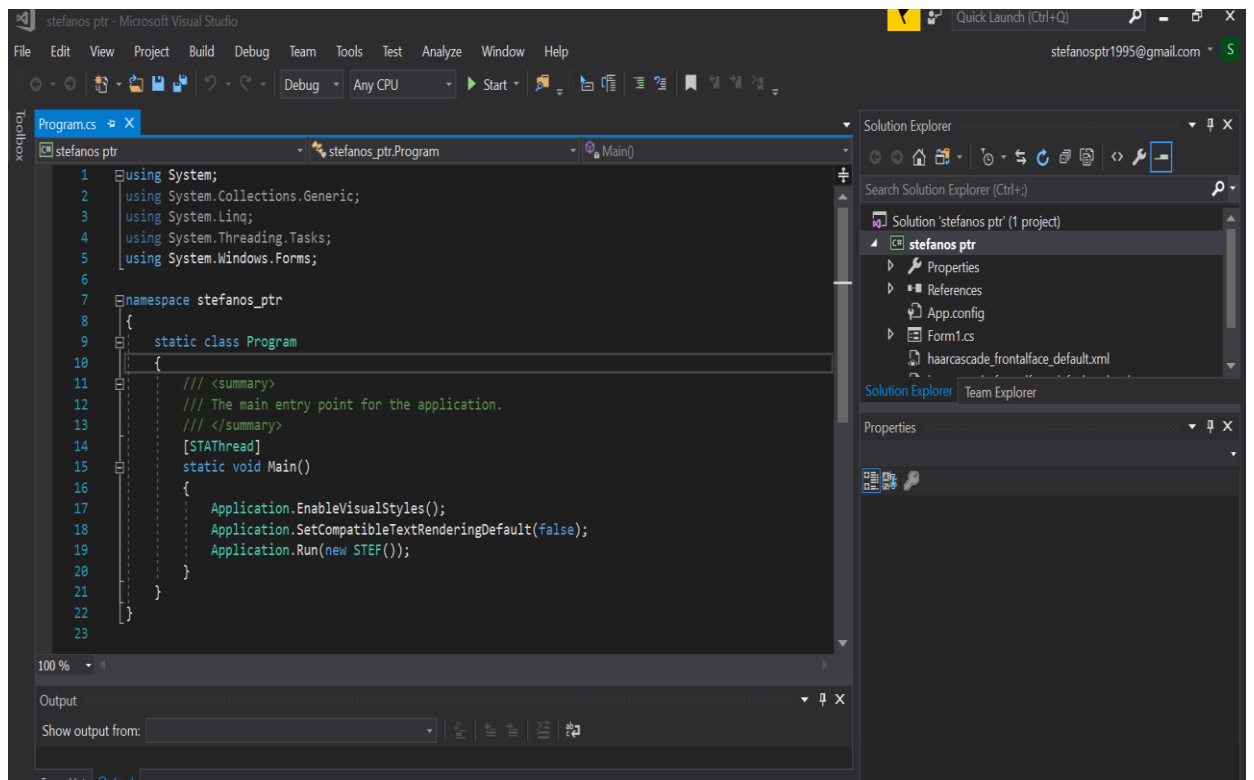
```
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3 using System.Linq;
4 using System.Threading.Tasks;
5 using System.Windows.Forms;
6
7 namespace stefanos_ptr
8 {
9     static class Program
10     {
11         /// <summary>
12         /// The main entry point for the application.
13         /// </summary>
14         [STAThread]
15         static void Main()
16         {
17             Application.EnableVisualStyles();
18             Application.SetCompatibleTextRenderingDefault(false);
19             Application.Run(new STEF());
20         }
21     }
22 }
23
```

Εικόνα 28

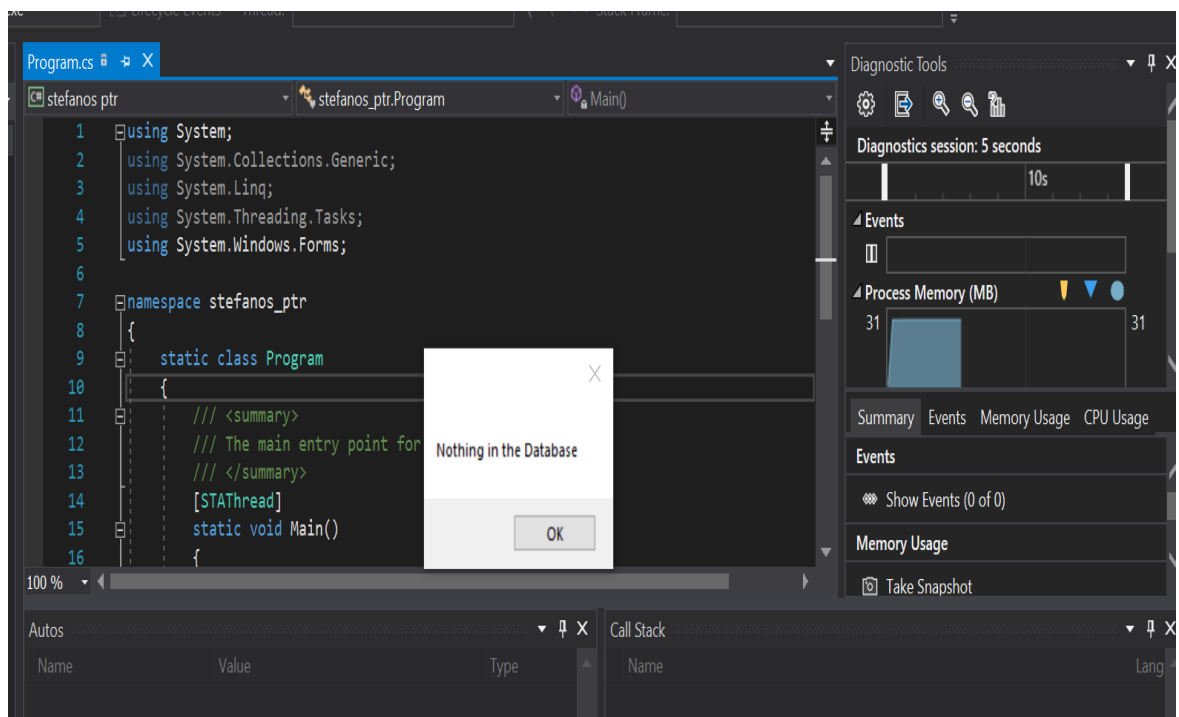
Η ανάπτυξη του παραπάνω κώδικα με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού C# των εργαλείων του Visual Studio και των εργαλείων που μας πρόσφερε η βιβλιοθήκη Open CV και Emgu αντίστοιχα έγιναν επιτυχώς. Στο σημείο αυτό θα δούμε αν ο παραπάνω κώδικας δίνει εντολή στην web camera μας για έναρξη μέσω εντολών του κώδικα και περαιτέρω για ανίχνευση και αναγνώριση διάφορων προσώπων καθώς και σύγκριση αυτών μέσω της data base [φάκελος Faces] που έχουμε δημιουργήσει προκειμένου να αποθηκεύουμε εκεί τα πρόσωπα που ανιχνεύονται και αναγνωρίζονται από την web camera.

Παρακάτω παρουσιάζετε η διαδικασία αυτή:

Η εφαρμογή ξεκινάει κάνοντας δεξί κλικ στην εντολή start που βρίσκετε πάνω από τα toolbox του visual studio την στιγμή αυτή η εφαρμογή μας ενημερώνει ότι η βάση δεδομένων είναι άδεια και ότι αν θέλουμε να συνεχίσουμε πρέπει να πατήσουμε το κουμπί ok ,όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

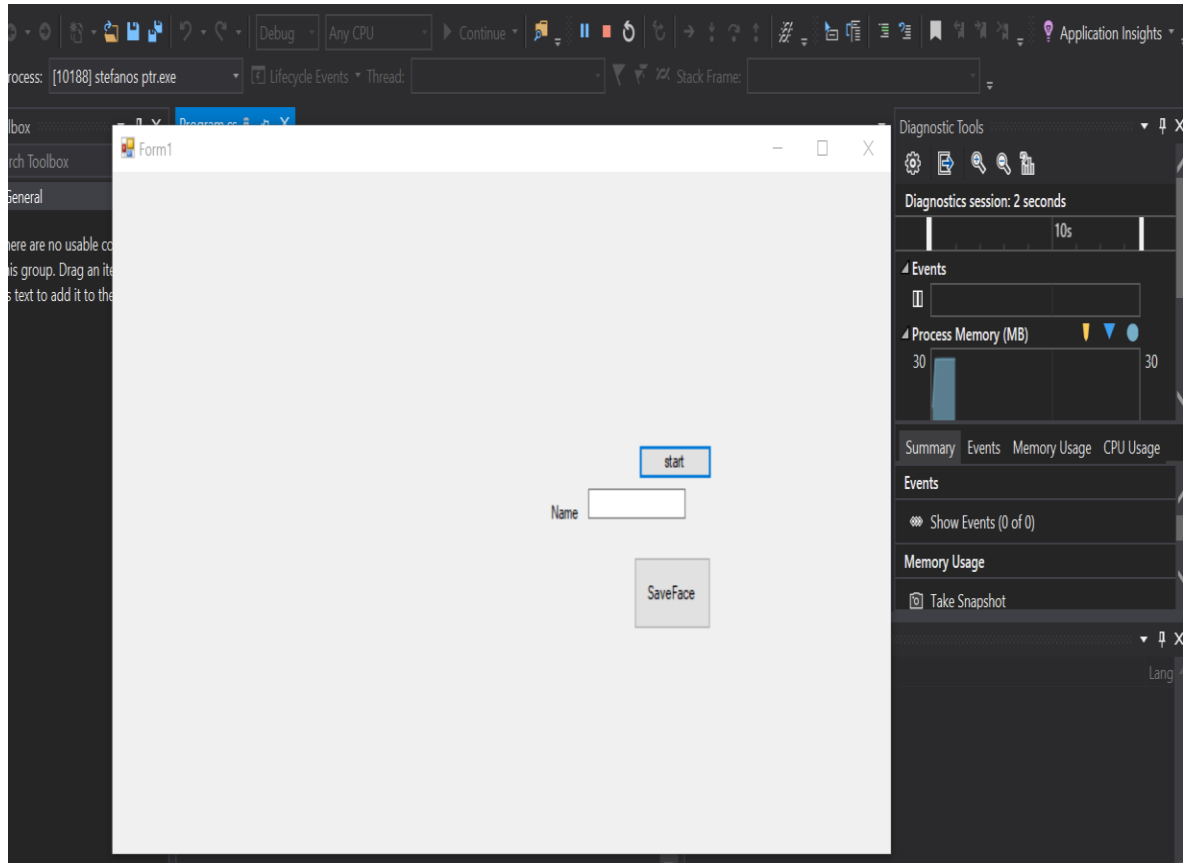


Εικόνα 29



Εικόνα 30

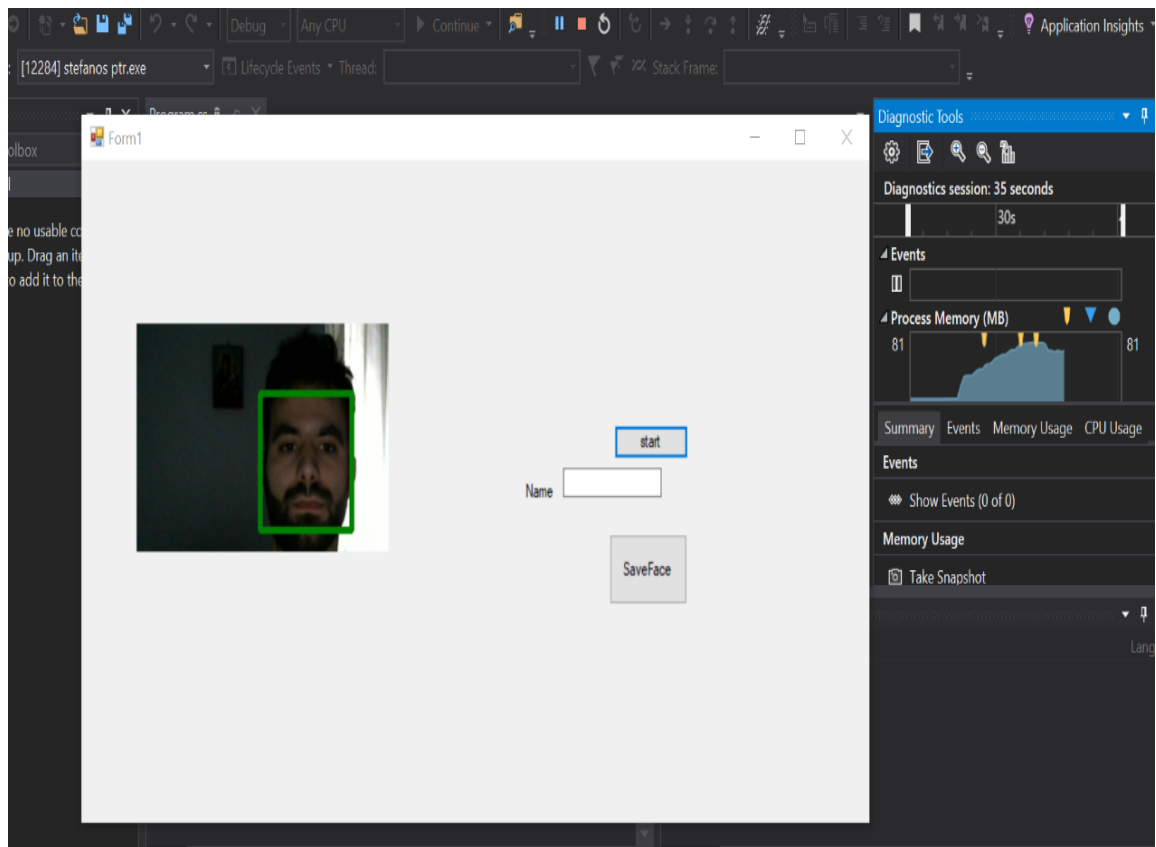
Κάνοντας δεξί κλικ στο κουμπί ok η εφαρμογή ανοίγει το form1 όπου είναι περασμένα όλα τα textbox : Name Face και button : Save Face, Start τα οποία υποστηρίζονται από κώδικα πάνω στην c# και τις κατάλληλες βιβλιοθήκες orpencv και emgu αντίστοιχα.



Εικόνα 31

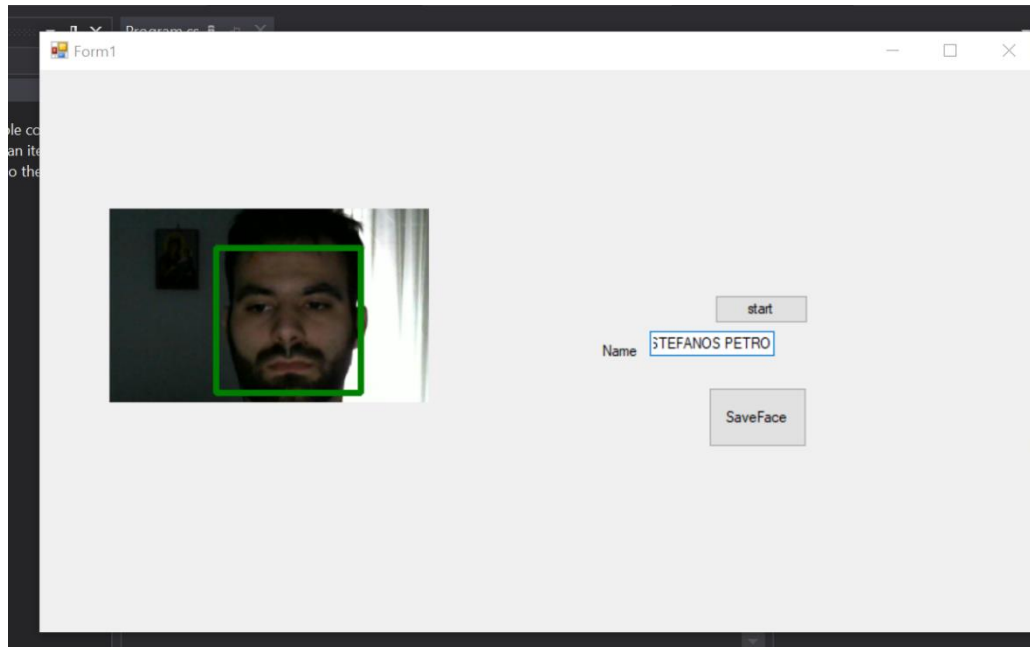
Εκτελώντας την εφαρμογή για τον χρήστη Stefanos Petropoulos

Η διαδικασία ανίχνευσης ξεκινάει κάνοντας δεξί κλικ το κουμπί Start, από την στιγμή αυτή δίνετε η εντολή να ανοίξει η web camera, η οποία αρχίζει να ανιχνεύει το πρόσωπο εστιάζοντας το με ένα πράσινο πλαίσιο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



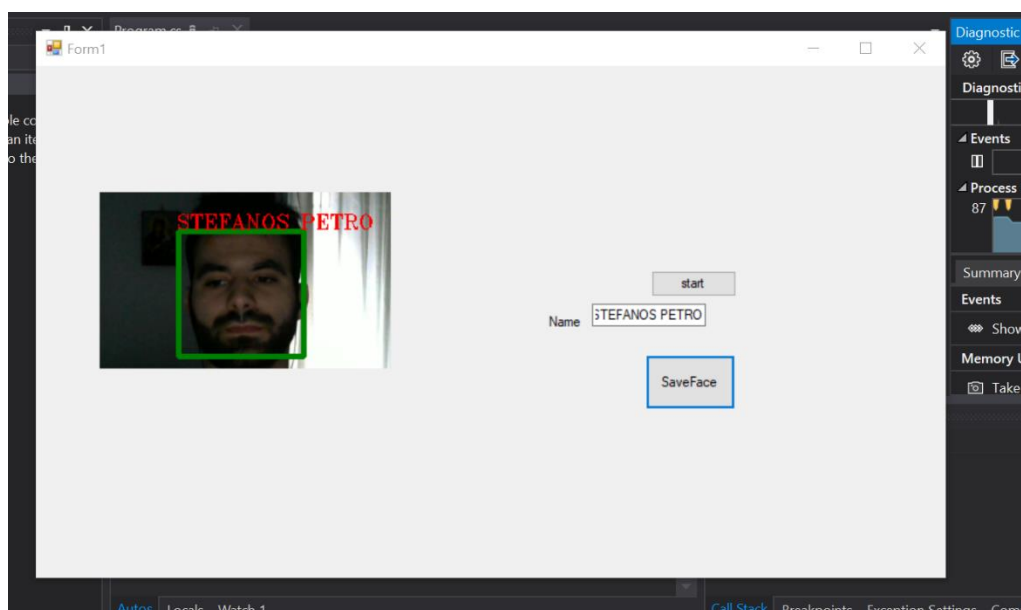
Εικόνα 32

Από την στιγμή που το πράσινο πλαίσιο εστιάσει και σταθεροποιηθεί , πληκτρολογούμε στο textbox με όνομα «name» το όνομα του χρήστη στην συγκεκριμένη περίπτωση το δικό μου όνομα Stefano Petropoulos όπως το παρουσιάζει η παρακάτω εικόνα.

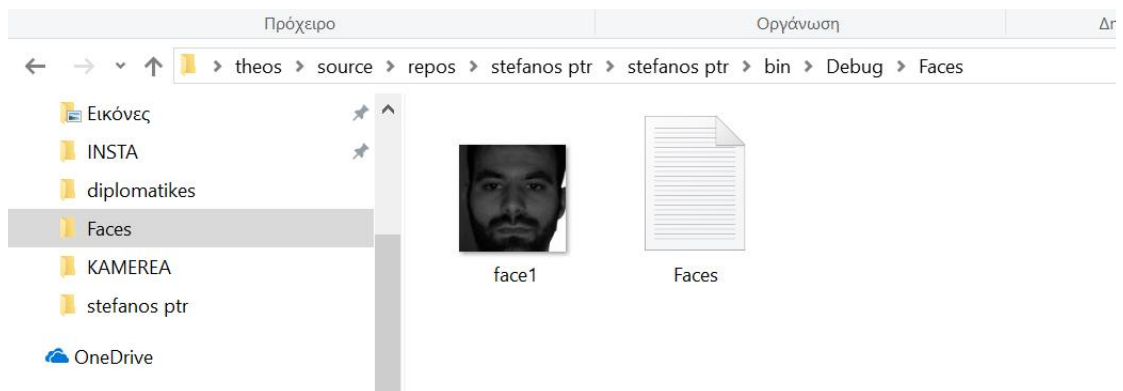
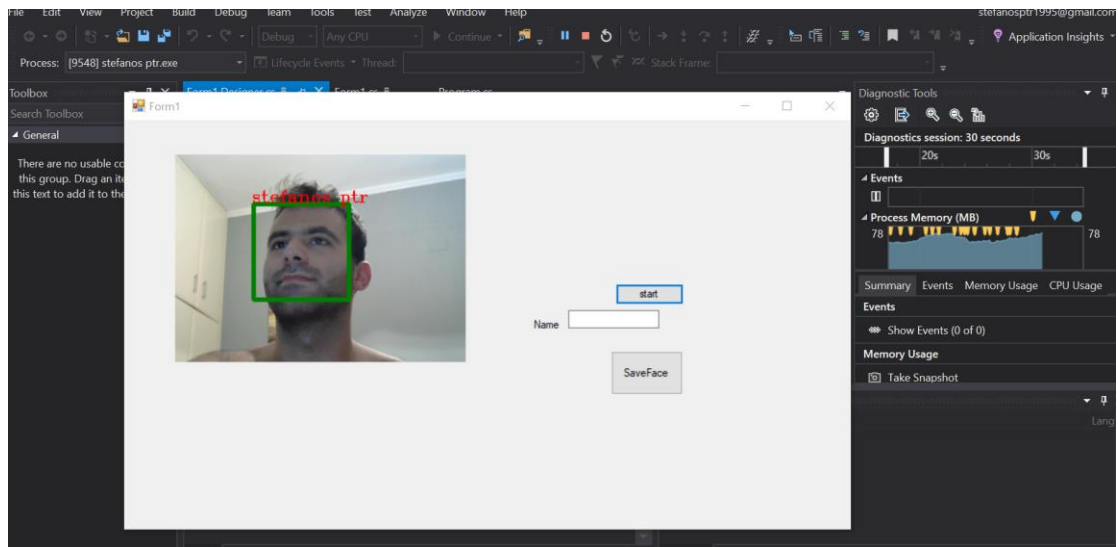


Εικόνα 33

Στην συνέχεια κάνοντας δεξί κλικ στο κουμπί textbox «SaveFace» αποθηκεύεται αυτόματα το πρόσωπο μου στον φάκελο που έχουμε ορίσει σαν database με όνομα Faces με τα εξής στοιχεία <εικόνα<όνομα η ίδια διαδικασία ισχύει και για άλλα διάφορα πρόσωπα όπως θα δούμε στην παρακάτω εικόνα.

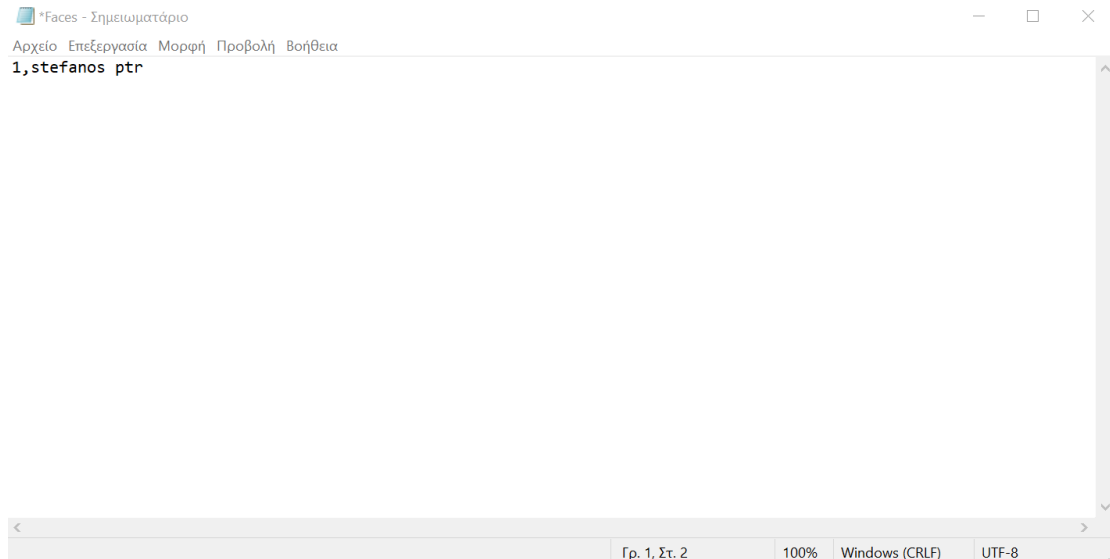


Εικόνα 34



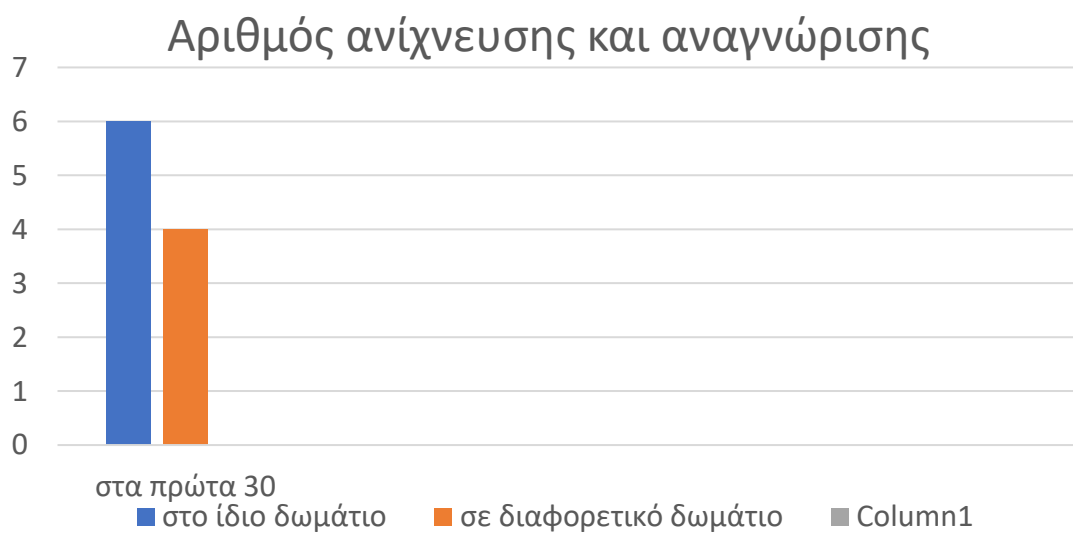
Εικόνα 35

Το αρχείο Faces περιέχει την φωτογραφία του προσώπου καθώς και τ ονομάτου



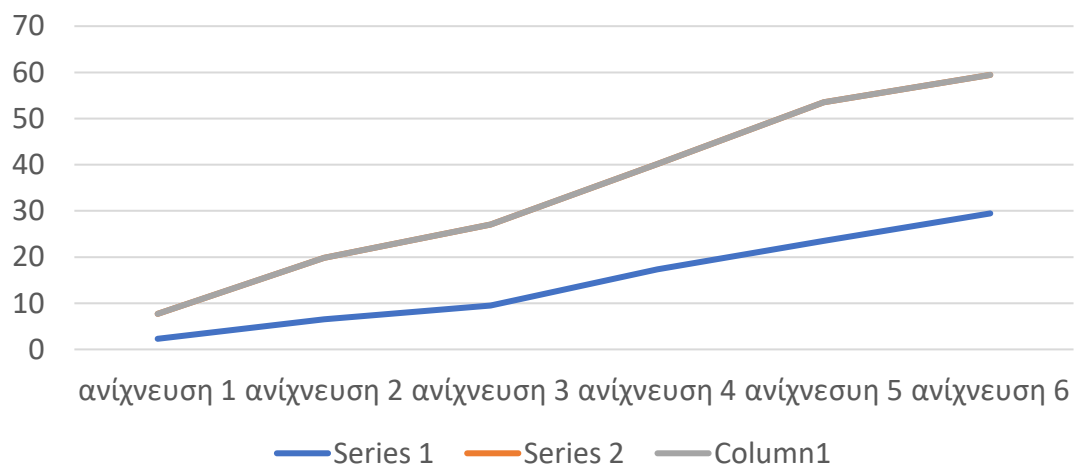
Εικόνα 36

Τα αποτελέσματα για τον χρόνο ανίχνευσης και αναγνώρισης του χρήστη Στέφανου σε διαφορετικό χώρο παρουσιάζονται διαγραμματικά παρακάτω



Γράφημα 1

Στα πρώτα 30second

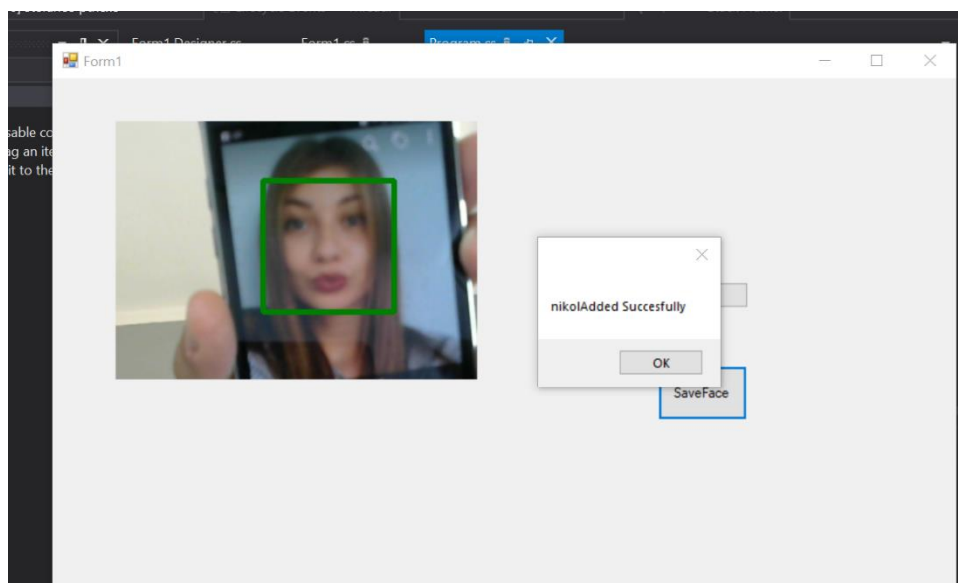


Γραάφημα 2

Παρατηρούμε ότι στο δωμάτιο 1 γίνονται 6 ανιχνεύσεις ενώ στο δωμάτιο 2 γίνονται 4 ανιχνεύσεις στα πρώτα 30s

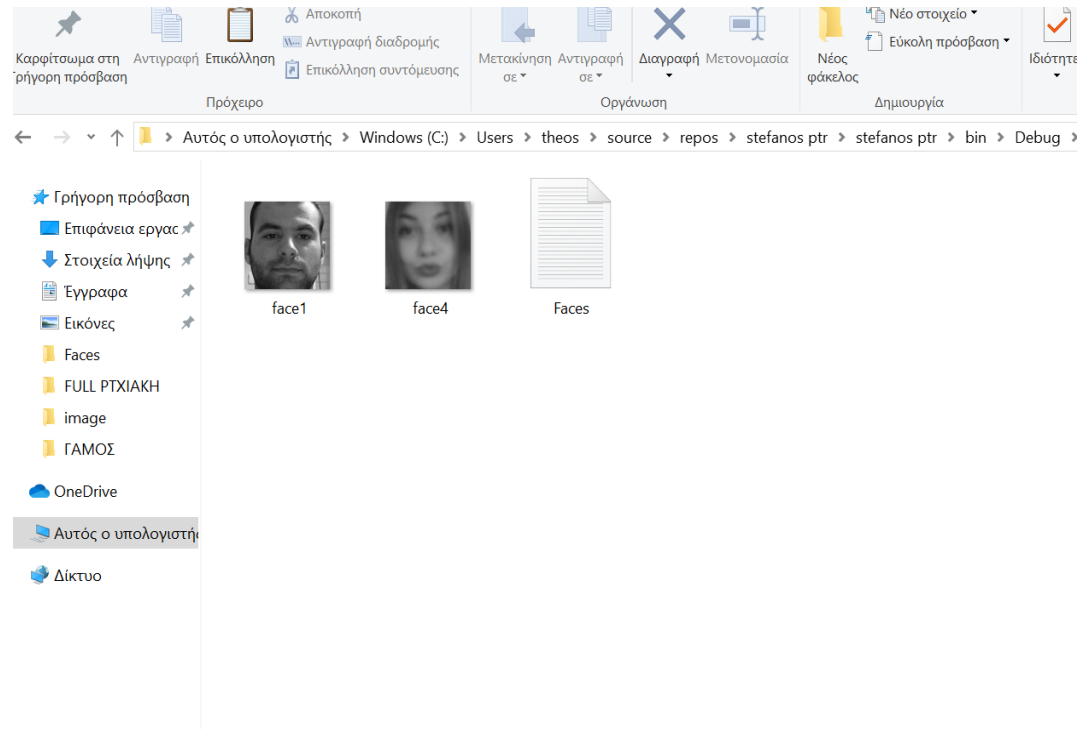
Εκτελώντας την εφαρμογή για τον χρήστη nikol

Επαναλαμβάνοντας την διαδικασία ανίχνευσης κάνοντας δεξί κλικ το κουμπί Start, από την στιγμή αυτή δίνετε η εντολή να ανοίξει η web camera, η οποία αρχίζει να ανιχνεύει ξάνα για νεό πρόσωπο εστιάζοντας το με ένα πράσινο πλαίσιο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



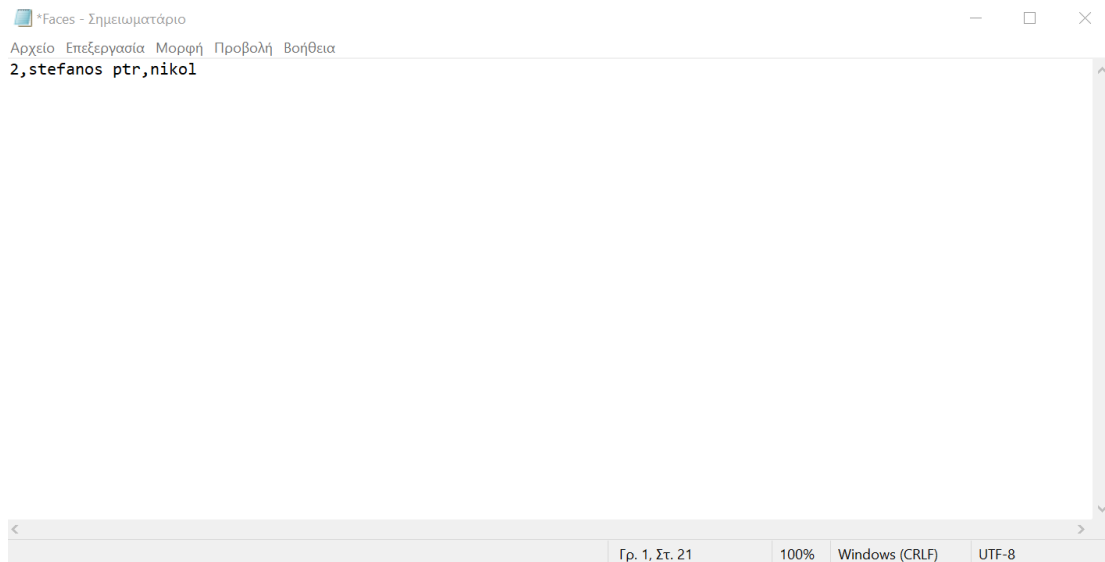
Εικόνα 37

Στην συνέχεια κάνοντας δεξί κλικ στο κουμπί textbox «SaveFace» αποθηκεύεται αυτόματα το πρόσωπο μου στον φάκελο που έχουμε ορίσει σαν database με όνομα Faces με τα εξής στοιχεία <εικόνα<όνομα η ίδια διαδικασία ισχύει και για άλλα διάφορα πρόσωπα όπως θα δούμε στην παρακάτω εικόνα.

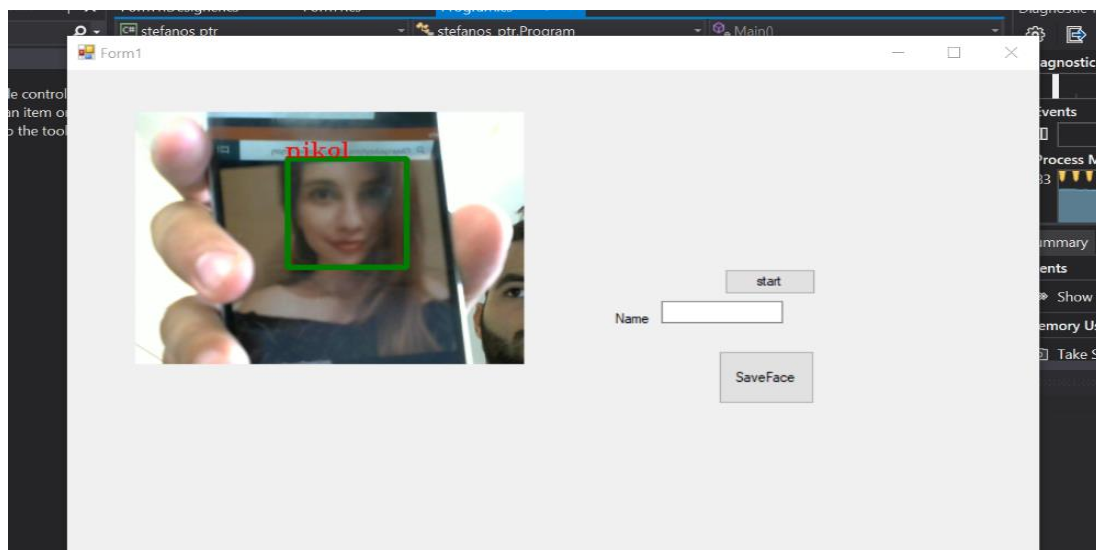


Εικόνα 38

Το αρχείο Faces περιέχει την φωτογραφία των προσώπων καθώς και τα ονόματα τους nikol,stefanos ptr

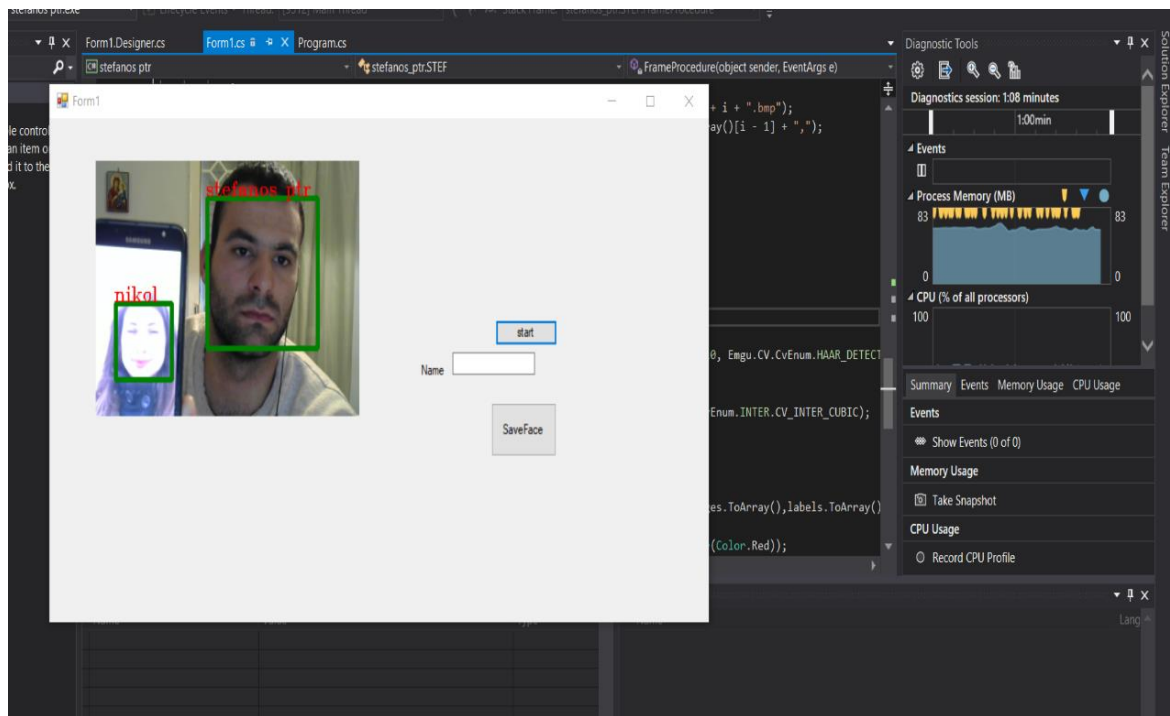


Εικόνα 39



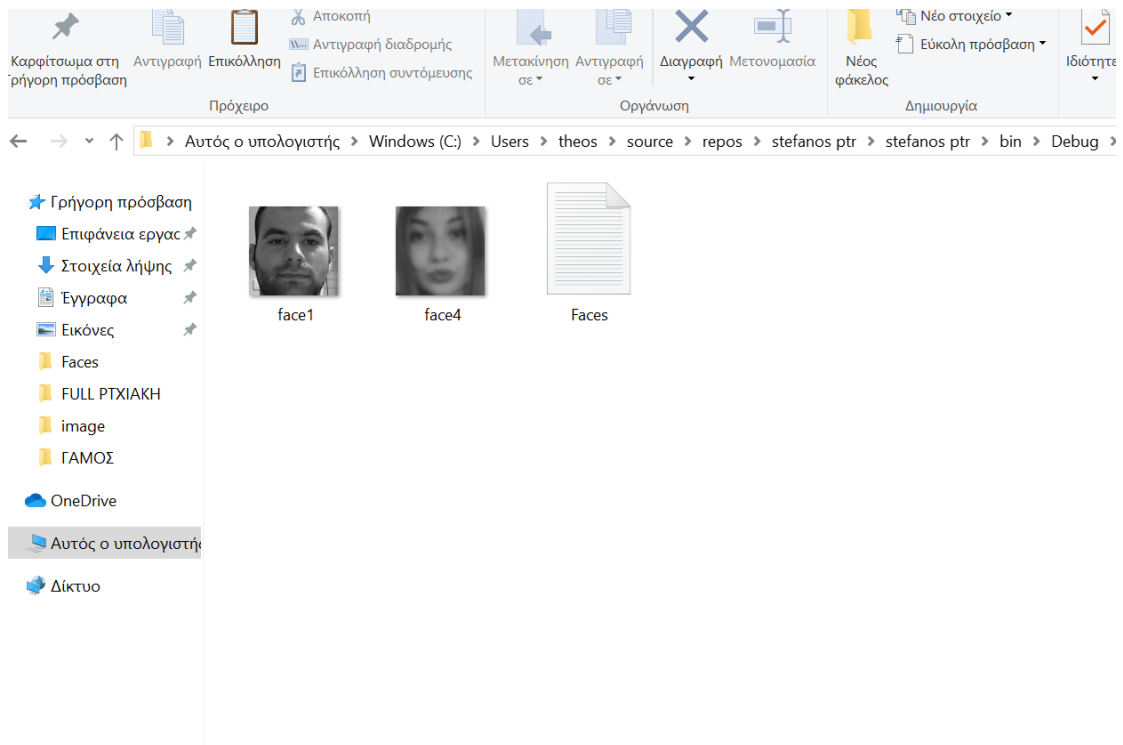
Εικόνα 40

Η διαδικασία ανίχνευσης μπορεί να γίνει και για παραπάνω από ένα πρόσωπο. Όπως θα δούμε παρακάτω η εφαρμογή που υλοποιήθηκε μπορεί να ανιχνεύσει και ύστερα να αναγνωρίσει παραπάνω από ένα πρόσωπο.



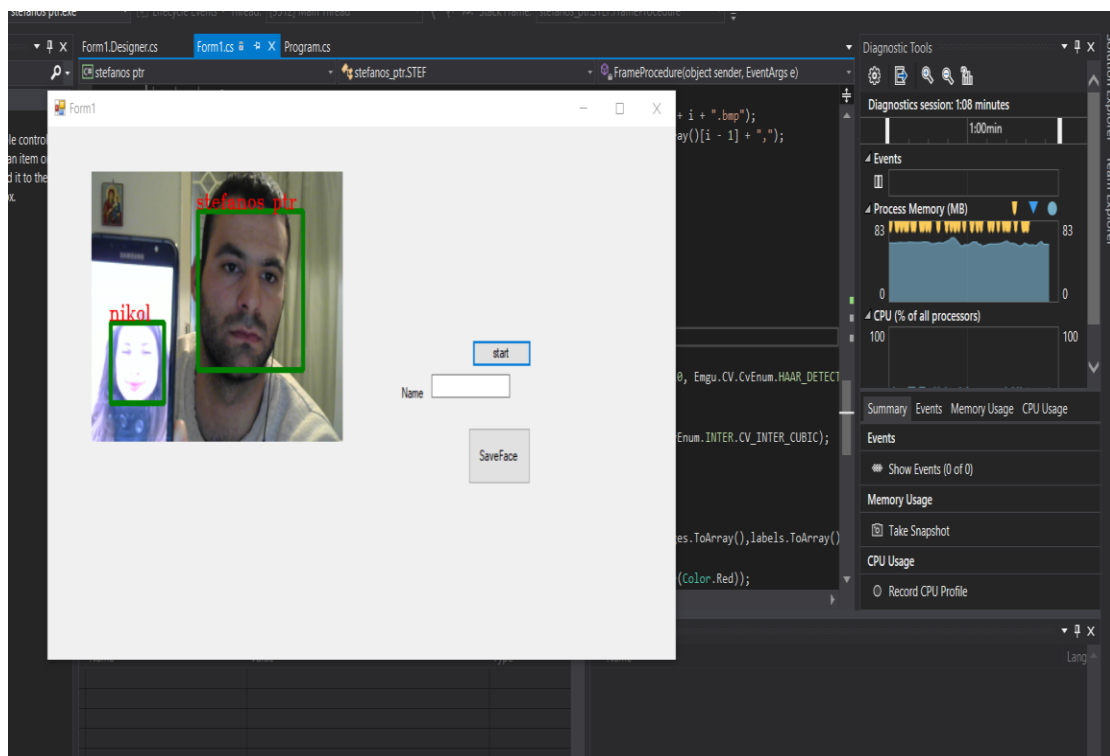
Εικόνα 41

Στην περίπτωση αυτή η διαδικασία ανίχνευσης και αναγνώρισης της nikol είναι ακριβώς ίδια με την διαδικασία που έγινε για την ανίχνευση και αναγνώριση του δικού μου προσώπου, ωστόσο παρατηρούμε ότι η ανίχνευση και μετέπειτα η αναγνώριση της nikol είναι θεωρητικά πιο δύσκολη καθώς η web camera πρέπει να εκτέλεση την διαδικασία εστιάζοντας στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου, εντοπίζοντας το πρόσωπο της nikol με το πράσινο πλαίσιο. Ύστερα η διαδικασία είναι ακριβώς ίδια δηλαδή το πρόσωπο της nikol αποθηκεύεται στην data base στην δικιά μας περίπτωση στο φάκελο με το όνομα Faces με το αρχείο txt. που δίνει όνομα και φωτογραφία.



Εικόνα 42

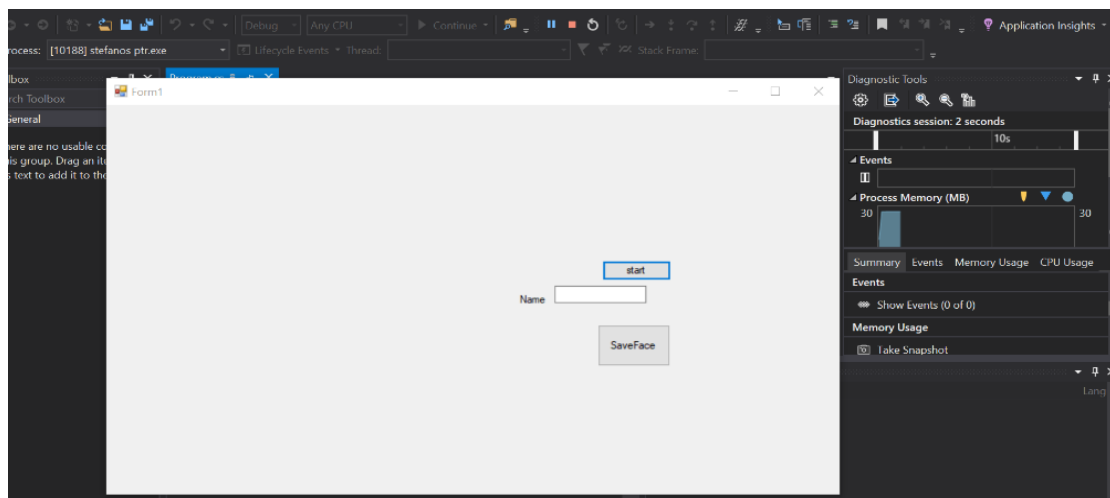
Ολοκληρώνοντας την όλη διαδικασία. Κάνοντας δεξί κλικ στο Button :start η web camera ανοίγει και απευθείας εντοπίζει και αναγνωρίζει τα πρόσωπα Stefano Petropoulos και nikol αντίστοιχα.



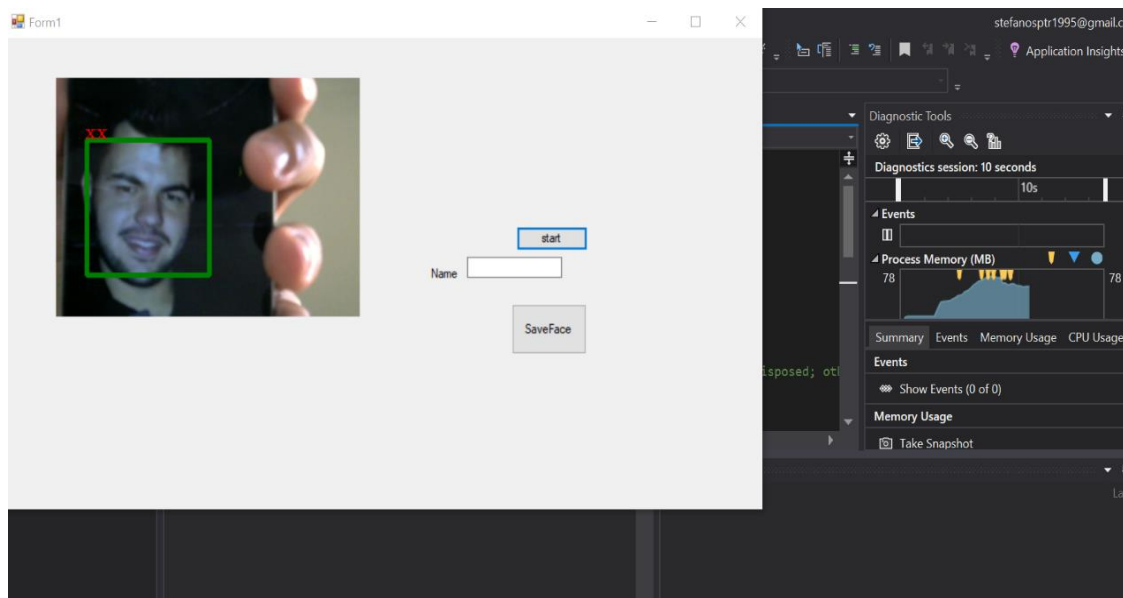
Εικόνα 43

Εκτελώντας την εφαρμογή για τον χρήστη χχ

Η ίδια ακριβώς διαδικασία γίνεται και για την ανίχνευση και αναγνώριση του προσώπου χχ. Κάνοντας δεξί κλικ στο button=start η κάμερα προσπαθεί να ανιχνεύσει και να εστιάσει στο νεό πρόσωπο που θα εντοπίσει.

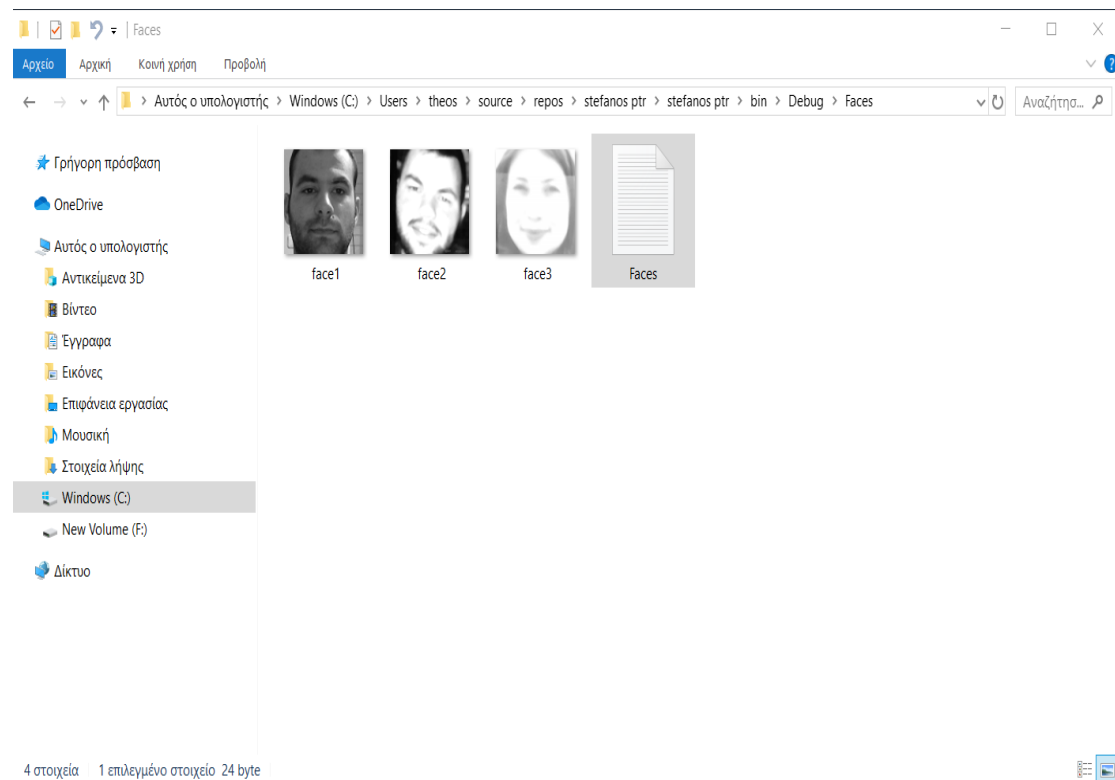


Εικόνα 44

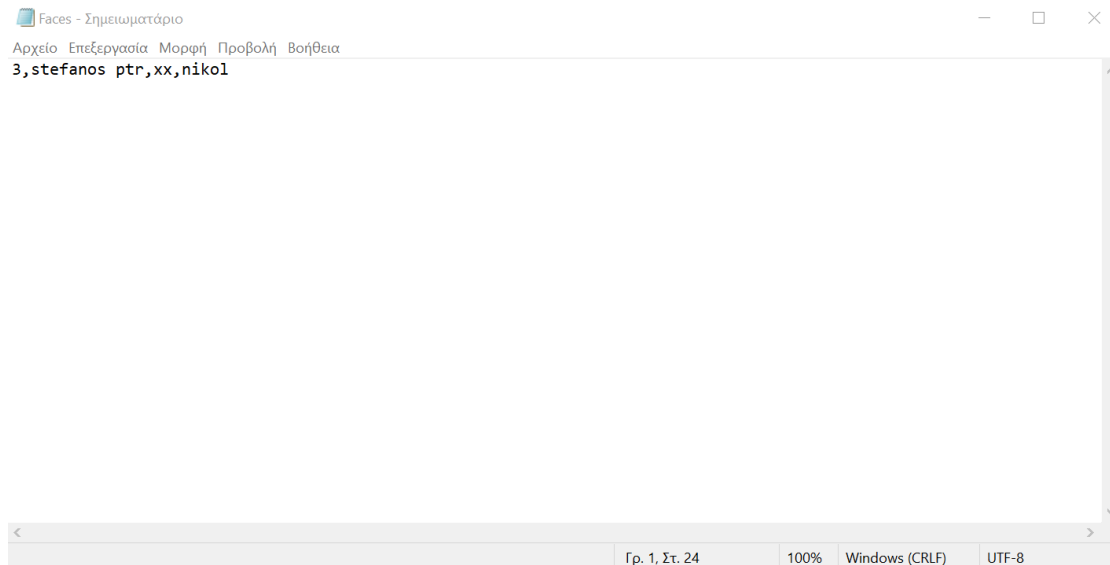


Εικόνα 45

Ο χρήστης χχ με την ολοκλήρωση της αποθήκευσης του στην data base συγκρίνεται με τα ήδη υπάρχοντα αποθηκευμένα ονόματα nikol , Stefanou Petropoulos στην data base. Έτσι με την έναρξη της εφαρμογής η web camera εντοπίζει τα πρόσωπα που έχουν ήδη αποθηκευτεί στην βάση δεδομένων της ,στον φάκελο Faces και αναγνωρίζει τα υπάρχοντα πρόσωπα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όπως μας δείχνει η παρακάτω εικόνα η συγκρίσει γίνεται μεταξύ των προσώπων χχ και Stefano Petropoulos.



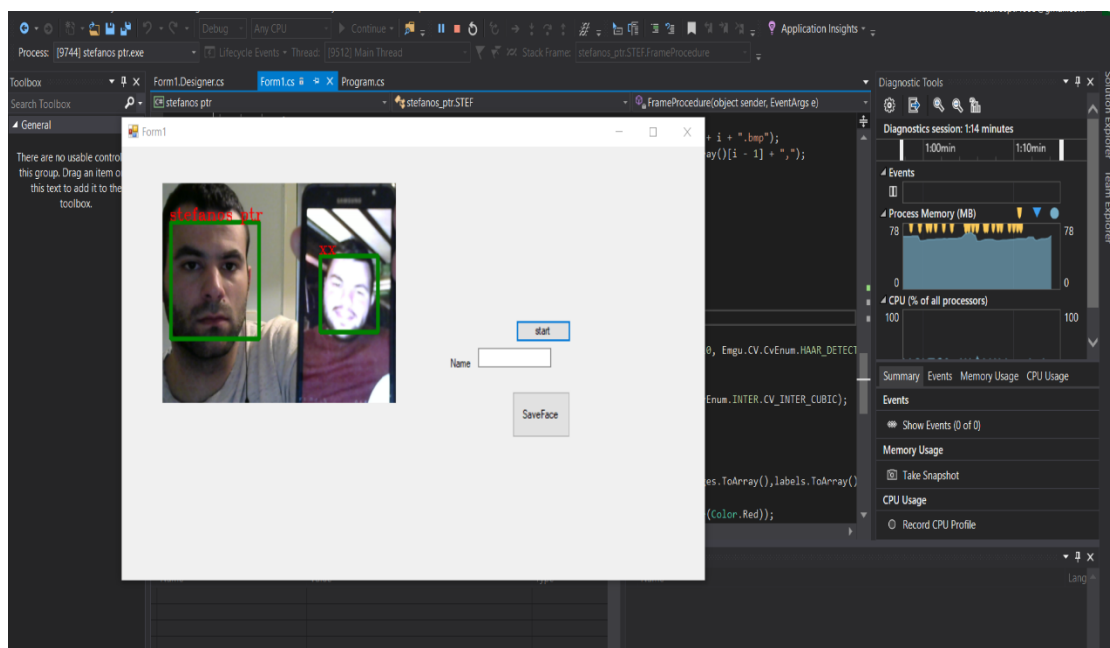
Εικόνα 46



Εικόνα 47

Στο αρχείο Faces αποθηκεύονται τα 3 ονόματα (stefanos ptr,xx,nikol) σε μορφή .txt

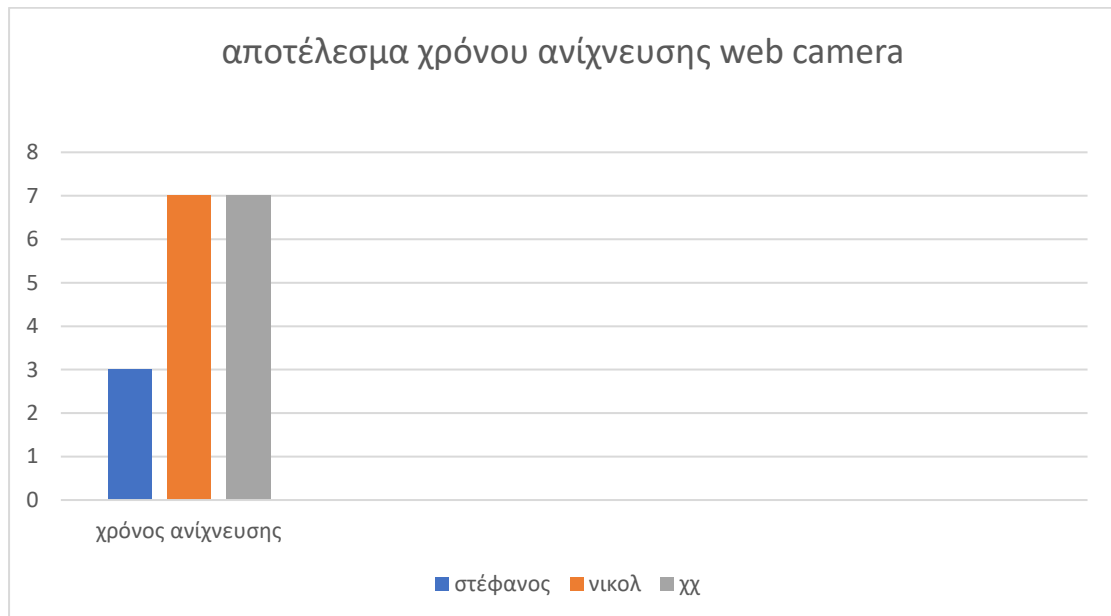
Ολοκληρώνοντας την όλη διαδικασία. Κάνοντας δεξί κλικ στο Button :start η web camera ανοίγει και απευθείας εντοπίζει και αναγνωρίζει τα πρόσωπα Stefano Petropoulos και xx αντίστοιχα.



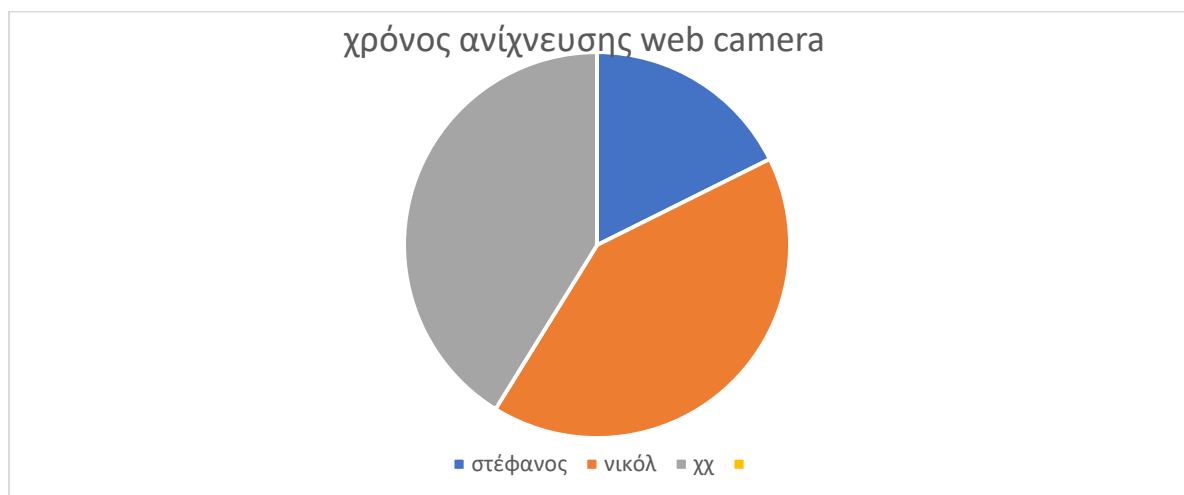
Εικόνα 48

Παρατηρήσεις

Γιατί όμως ο χρόνος ανίχνευσης του Στέφανου είναι πιο γρήγορος απο το χρόνο της νικολ και του χχ;



Γράφημα 3



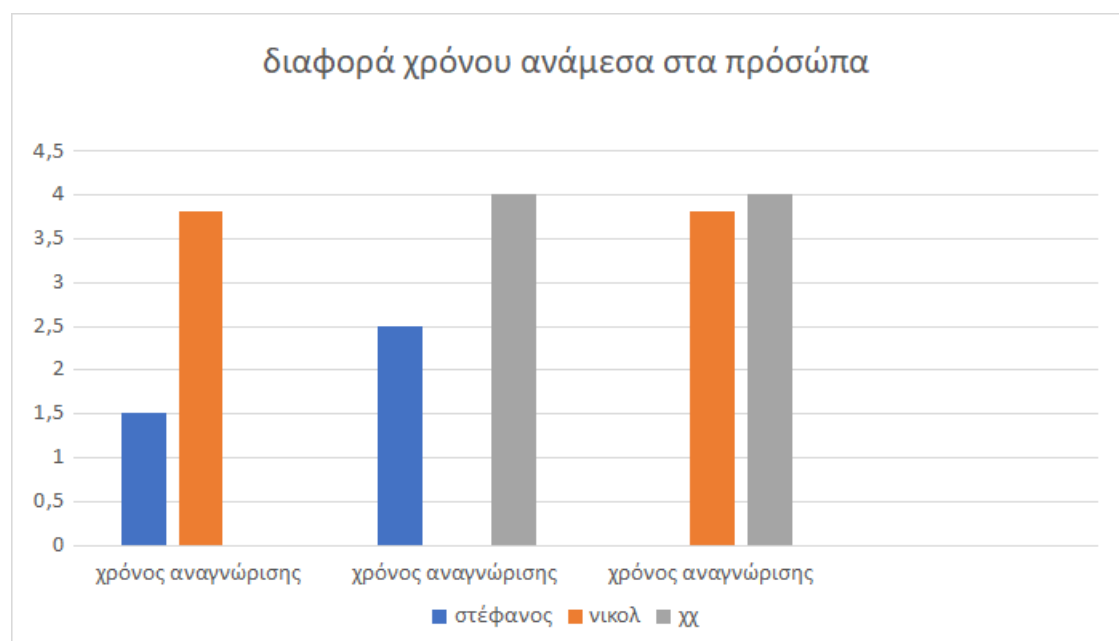
Γράφημα 4

- ο χρόνος ανίχνευσης και αναγνώρισης του Στέφανου γίνεται στα πρώτα 3second
- ο χρόνος ανίχνευσης και αναγνώρισης της νικολ γίνεται στα πρώτα 7 second
- ο χρόνος ανίχνευσης και αναγνώρισης του χχ γίνεται στα πρώτα 7second

Απάντηση πάνω στα αποτελέσματα που μας απέδωσαν τα γραφήματα

- Αυτό είναι εύκολα κατανοητό καθώς η web camera μπορεί να εστιάση και να ανιχνεύση πιο εύκολα ένα πρόσωπο σε έναν πραγματικό χώρο στην περίπτωση αυτή τον Στέφανο ο οποίος βρίσκεται στο δωμάτιο του
- Και δυσκολότερα την νικολ και τον χχ δυο πρόσωπα που η web camera προσπαθεί να τα ανιχνεύση μέσα από την οθόνη του κινητού τηλεφώνου.

Αρα είναι λογικό ο χρόνος αναγνώρισης του χχ και της νικολ να είναι μεγαλύτερος από του Στέφανου



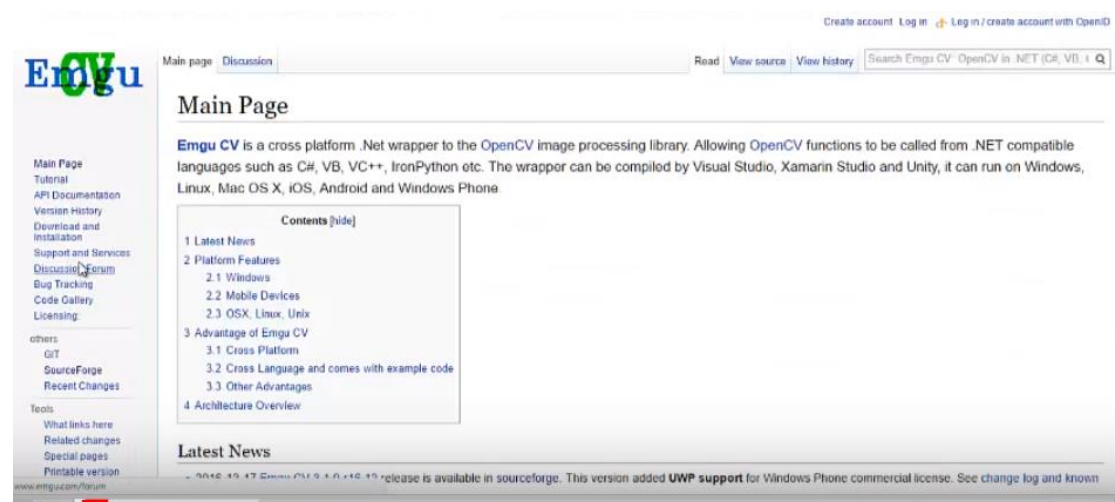
Γράφημα 5

Στο σημείο αυτό η εφαρμογή μας ολοκληρώθηκε επιτυχώς δίνοντας μέσω διαγραμμάτων κάποια αποτελέσματα που οδηγούν σε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για την εφαρμογή που υλοποιήθηκε μέσω των παραπάνω βιβλιοθηκών καθώς και των προγραμμάτων που βοήθησαν για την εκτελεσή της.

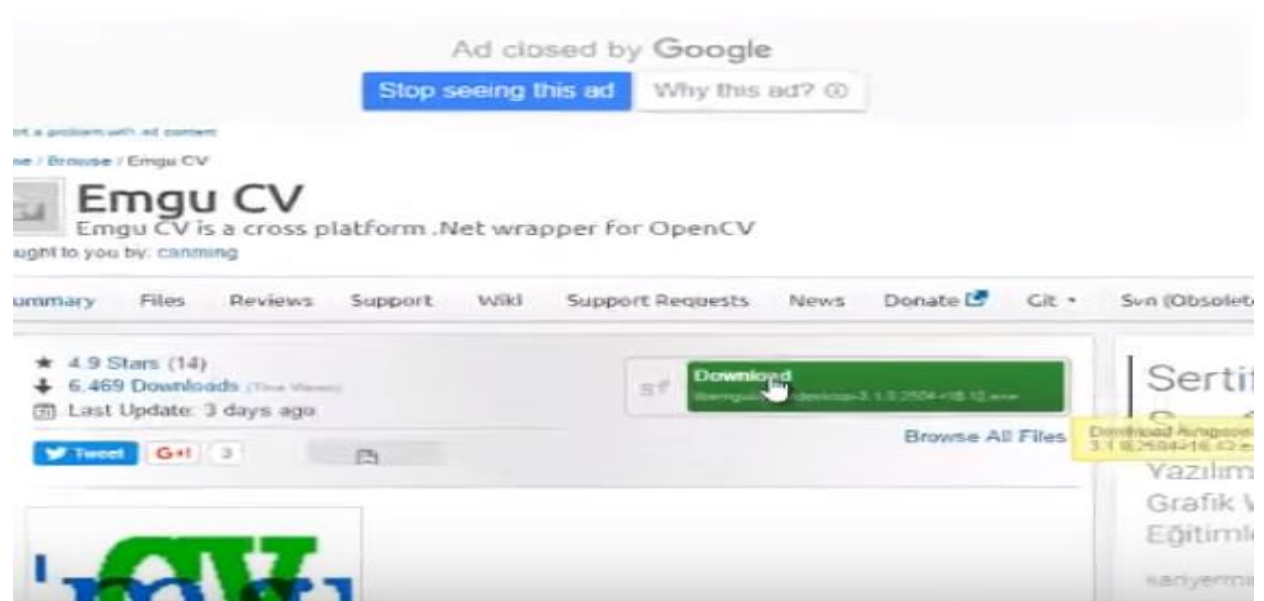
Παρακάτω θα αναφερθούν με πολύ αναλυτικό τρόπο τα βήματα εγκατάστασης
ολλων των προγραμμάτων που συνέβαλαν στην επιτυχία της εφαρμογής

Βήματα εγκατάστασης της βιβλιοθήκης emgu στο Visual Studio

Αρχικά εισάγουμε την βασική σελίδα της emgu και πατάμε δεξί κλικ στο πράσινο
πλαίσιο που γράφει download. Στην συνέχεια περιμένουμε λιγα δευτερόλεπτα να
ολοκληρωθεί η διαδικασία της λήψης.

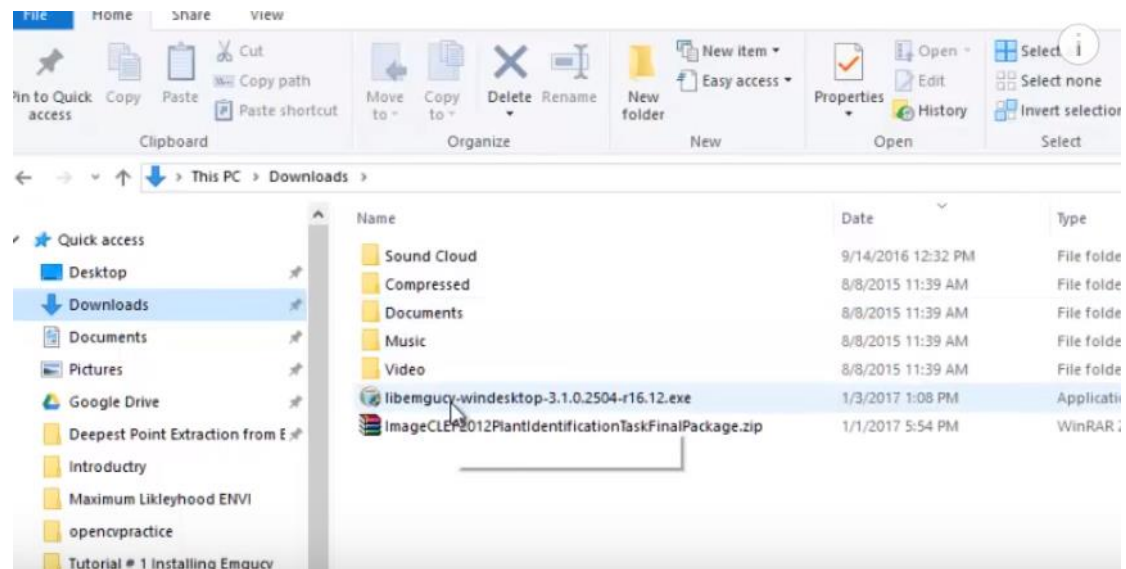


Εικόνα 49

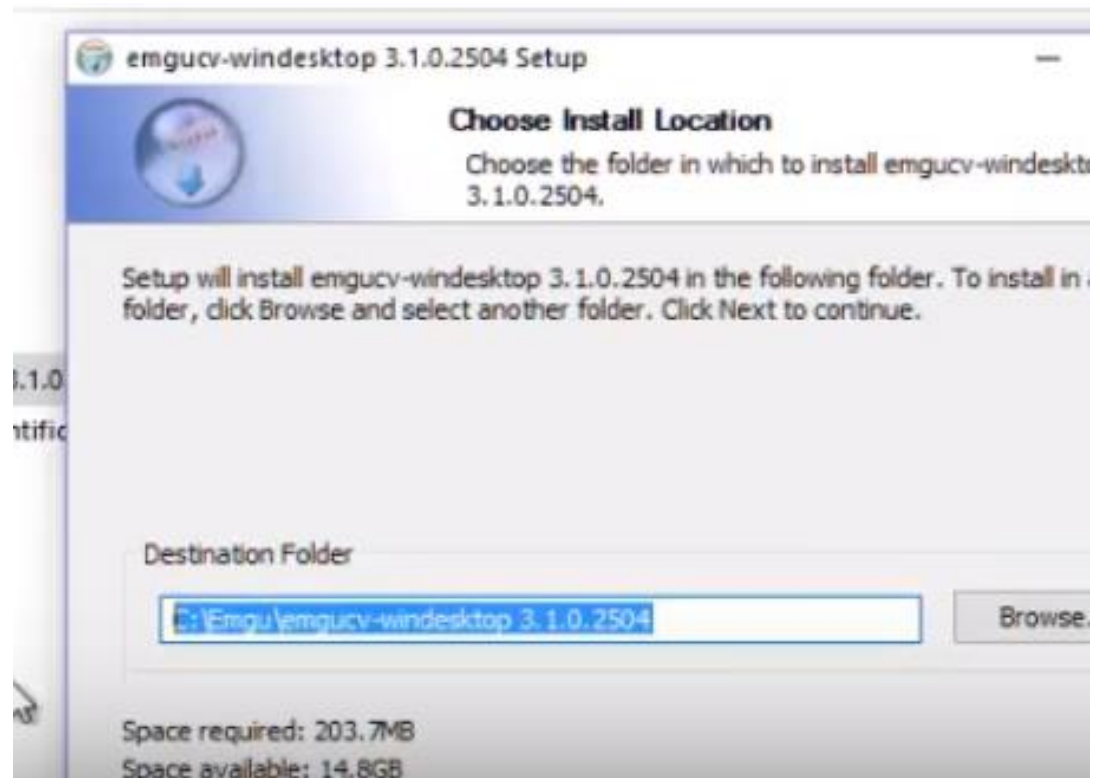


Εικόνα 50

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας, πατάμε δεξί κλικ άνοιγμα αρχείου , πατάμε συνέχεια και τέλος.

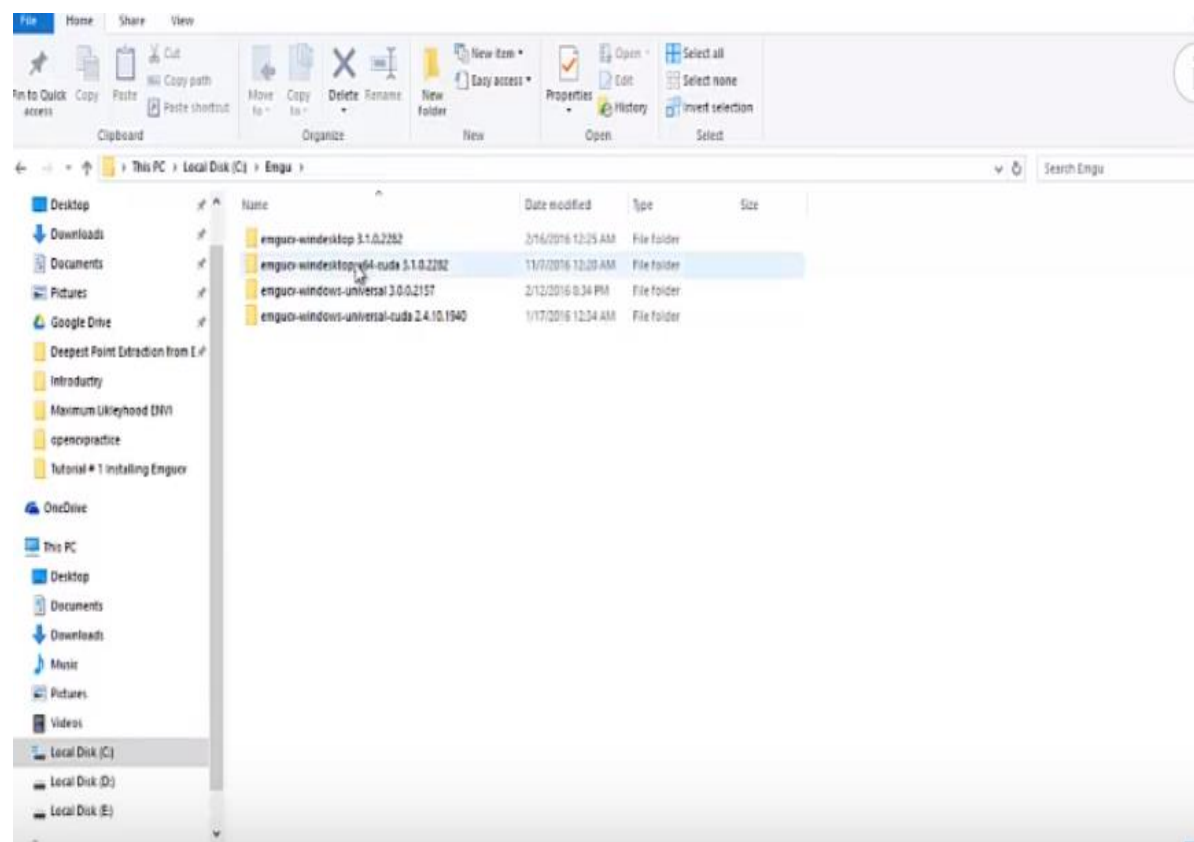


Εικόνα 51



Εικόνα 52

Ο φάκελος emgu περιέχει τους παρακάτω τεσσερης φακέλους,η διαδικασία δεν τελειώνει όμως εδώ, επιστρέφουμε στο στην κύρια σελίδα (online) και κάνουμε δεξί κλικ στο φάκελο emgucv που βλέπουμε παρακάτω.Κάνοντας δεξί κλικ στο πρώτο αρχείο όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (parent folder 3.1.0.16.12), κανουμε δεξί κλικ και ανοίγουμε το φακελο αυτό, επιλέγουμε το πρώτο αρχείο και πατάμε λήψη των αρχείων τα οποία θα προσθέσουμε στην συνέχεια στο visual studio.



Εικόνα 53

SOLUTION CENTERS
Go Parallel
Resources
Newsletters
Cloud Storage Providers
Business VoIP Providers
Call Center Providers





[Report a problem with ad content](#)

[Home](#) / [Browse](#) / [Emgu CV](#) / [Files](#)



Emgu CV

Emgu CV is a cross platform .Net wrapper for OpenCV

Brought to you by: [canming](#)

[Summary](#)
[Files](#)
[Reviews](#)
[Support](#)
[Wiki](#)
[Support Requests](#)
[News](#)
[Donate](#)
[Git](#)
[Svn \(Obsolete\)](#)

Looking for the latest version? [Download libemgucv-windesktop-3.1.0.2504-r16.12.exe \(47.7 MB\)](#)

[Home](#)

Name	Modified	Size	Downloads / Week
 emgucv	2016-12-16		6,466 

Totals: 1 Item

Recommended Projects


[OpenCV](#)
Open Source Computer Vision Library


[EMGU Examples](#)
A collection of EMGU source code examples

Εικόνα 54

[Summary](#)
[Files](#)
[Reviews](#)
[Support](#)
[Wiki](#)
[Support Requests](#)
[News](#)
[Donate](#)
[Git](#)

Looking for the latest version? [Download libemgucv-windesktop-3.1.0.2504-r16.12.exe \(47.7 MB\)](#)

[Home](#) / [emgucv](#)

Name	Modified	Size	Downloads / Week
↑ Parent folder			
 3.1.0-r16.12	2016-12-16		2,485 
 3.1.0	2016-02-05		967 
 3.0.0	2015-06-30		146 
 3.0.0-rc1	2015-05-15		3 
 2.4.10	2014-12-08		692 
 3.0.0-alpha	2014-06-22		

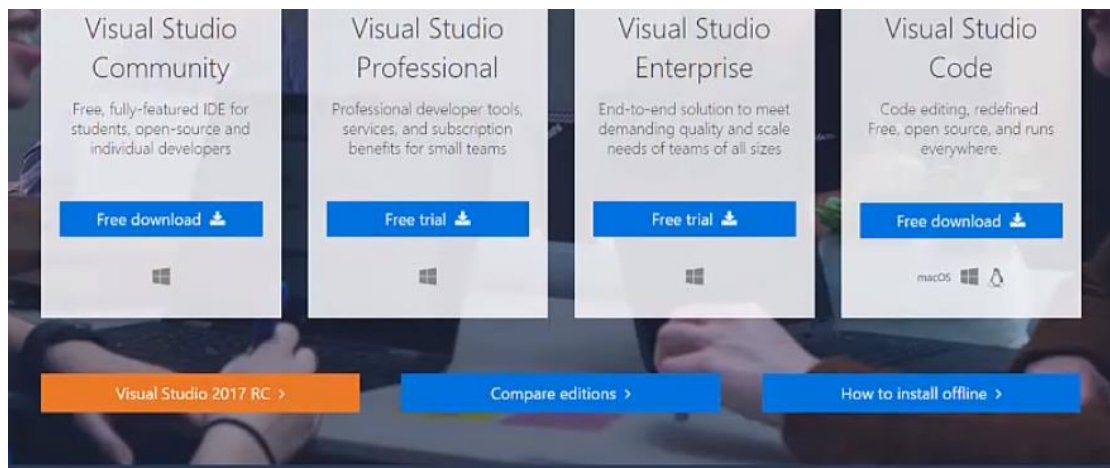
Εικόνα 55

Home / emgucv / 3.1.0-r16.12

Name	Modified	Size	Downloads / Week
↑ Parent folder			
libemgucv-windesktop_x64-cuda-3.1...	2016-12-16	364.9 MB	507
Click to download libemgucv-windesktop_x64-cuda-3.1.0.2504-r16.12.zip.selfextr			
libemgucv-windesktop-3.1.0.2504-r1...	2016-12-16	85.7 MB	157
libemgucv-windesktop-3.1.0.2504-r1...	2016-12-16	47.7 MB	1,704
Total: 4 Items		720.8 MB	2,485

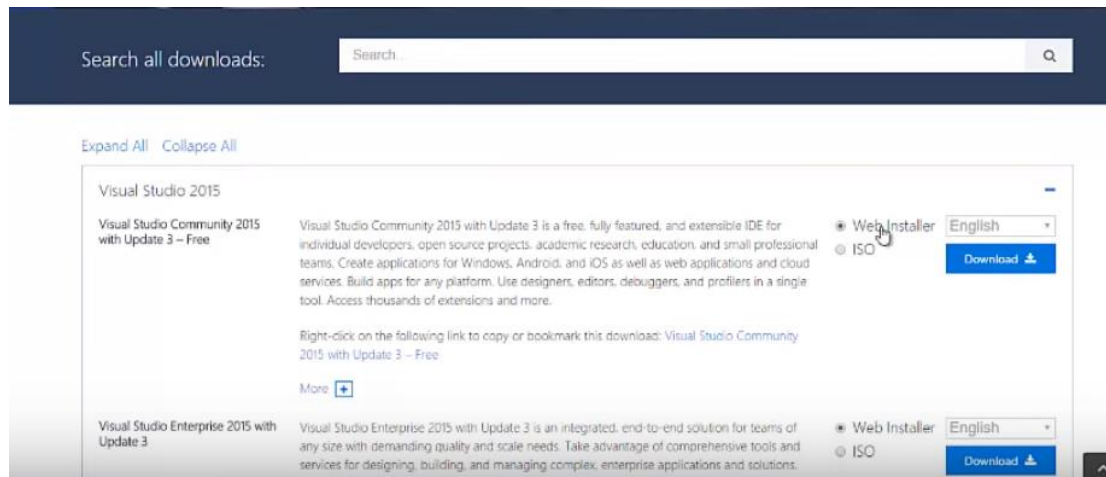
Εικόνα 56

Το επόμενο μας βήμα είναι να κάνουμε εγκατάσταση το Visual Studio αυτό γίνεται εύκολα εισάγωντας την αρχική σελίδα και επιλέγοντας την έκδοση που θέλουμε να κατεβάσουμε στην δικιά μας περίπτωση την Visual Studio 2015.



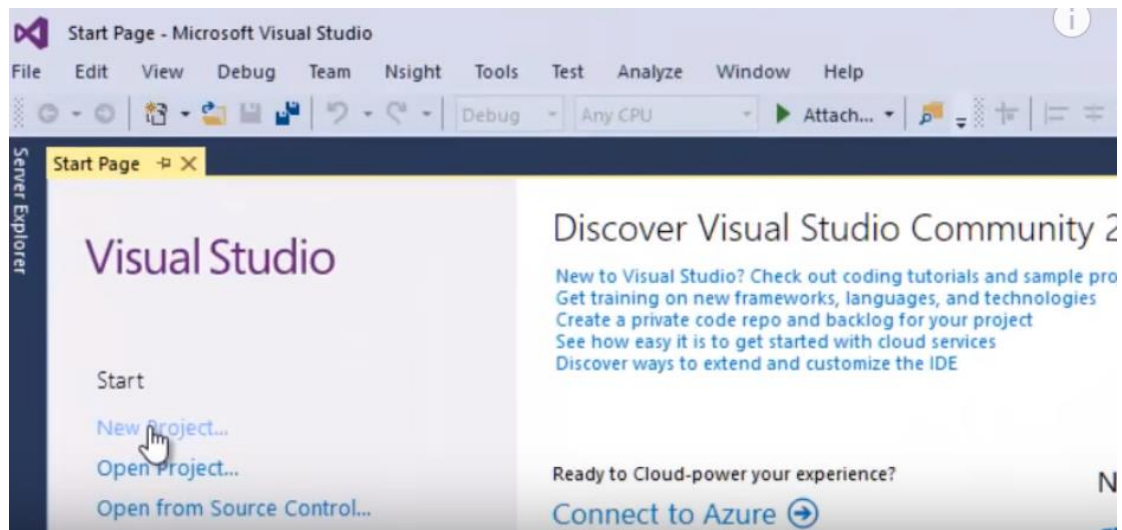
Εικόνα 57

Εφόσον περιμένουμε λίγα δευτερόλεπτα για την λήψη του προγράμματος ύστερα επιλέγουμε τον τρόπο που θέλουμε να το χρησιμοποιήσουμε παραδείγματος χάρη σε web installer ή iso. Στην δικιά μας περίπτωση το πρώτο.



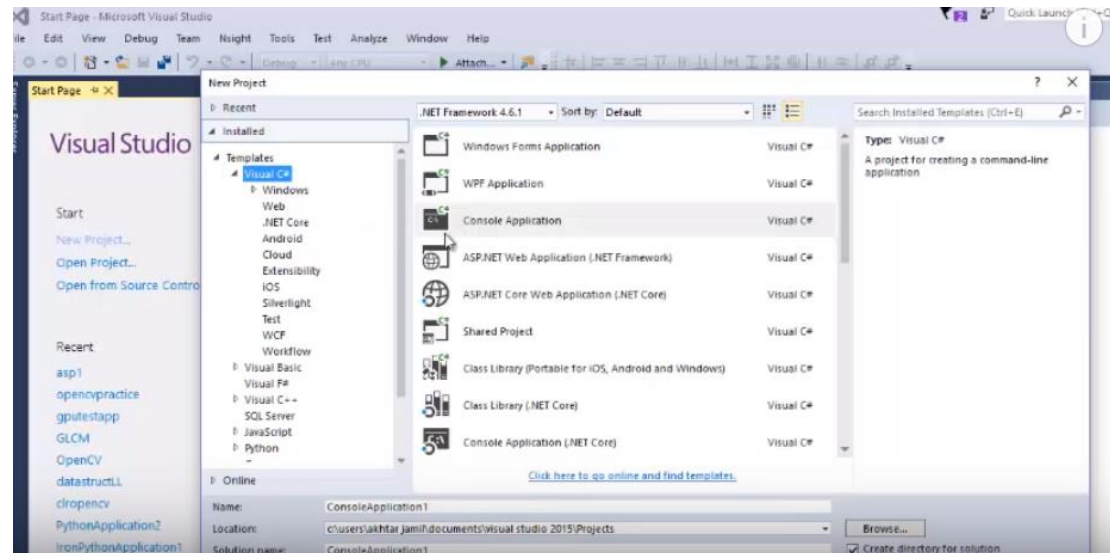
Εικόνα 58

Στην συνέχεια αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία εγκατάστασης, ανοίγουμε το πρόγραμμα μας.

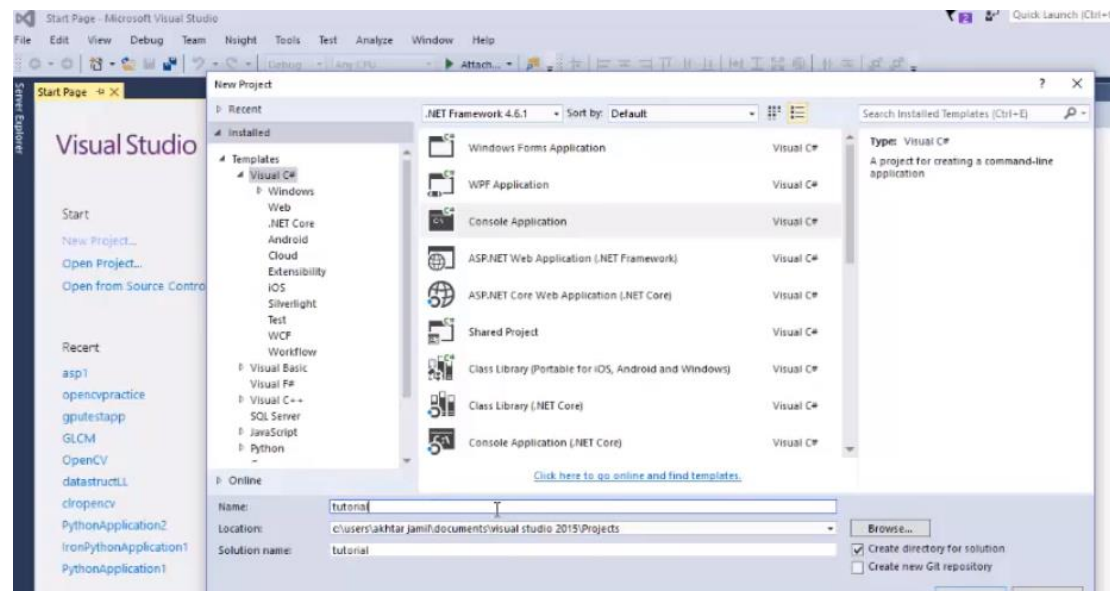


Εικόνα 59

Ανοίγοντας το Visual Studio επιλέγω το visual C# και Console Application, στην συνέχεια ονομάζω το πρόγραμμα μου “tutorial” και πατάω οκ.



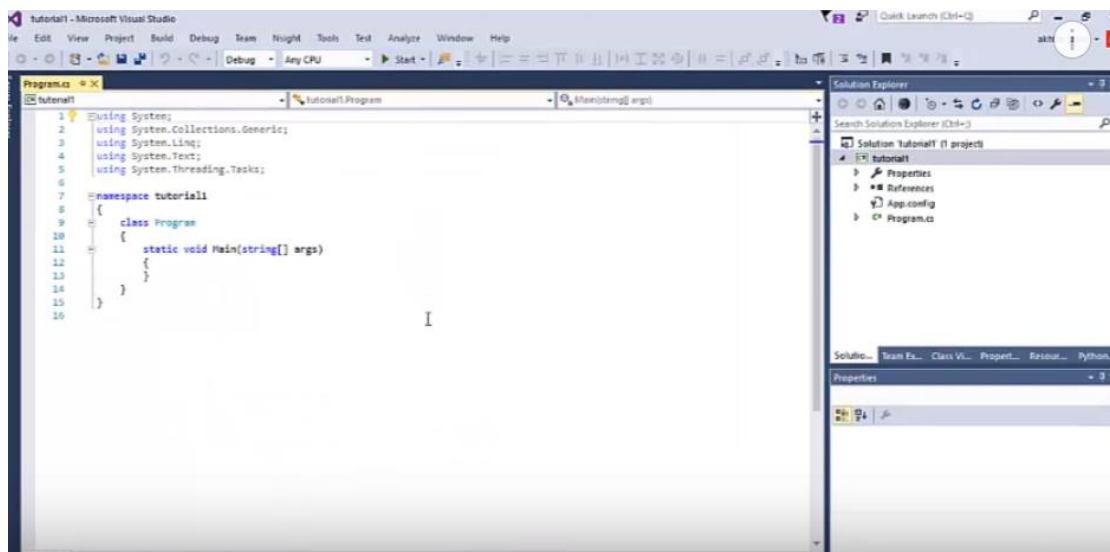
Εικόνα 60



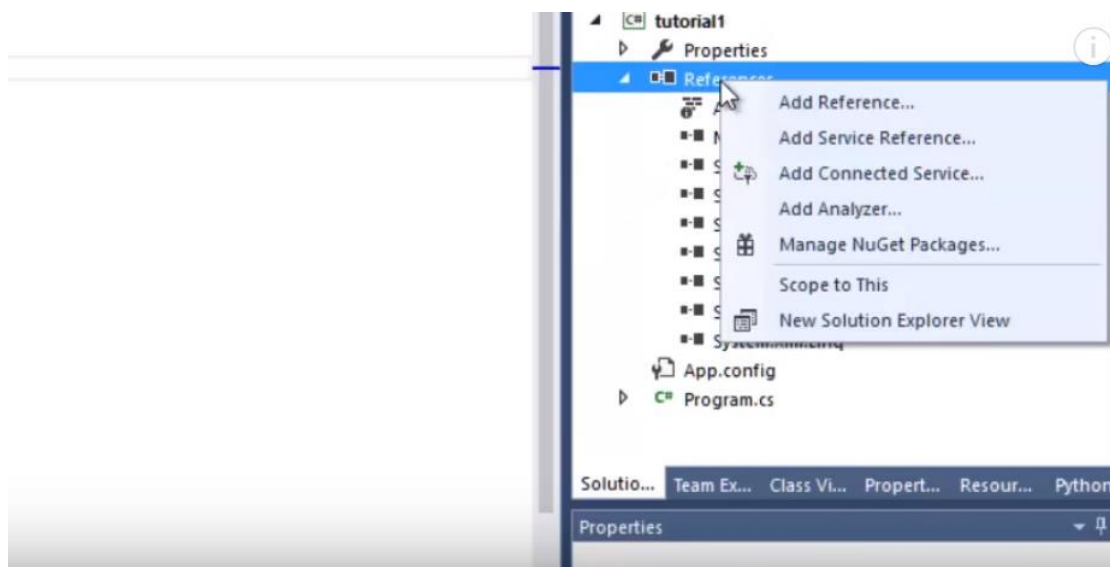
Εικόνα 61

Αυτομάτως με το που ανοίξει το program.cs παρατηρούμε ένα κομμάτι έτοιμου κώδικα.

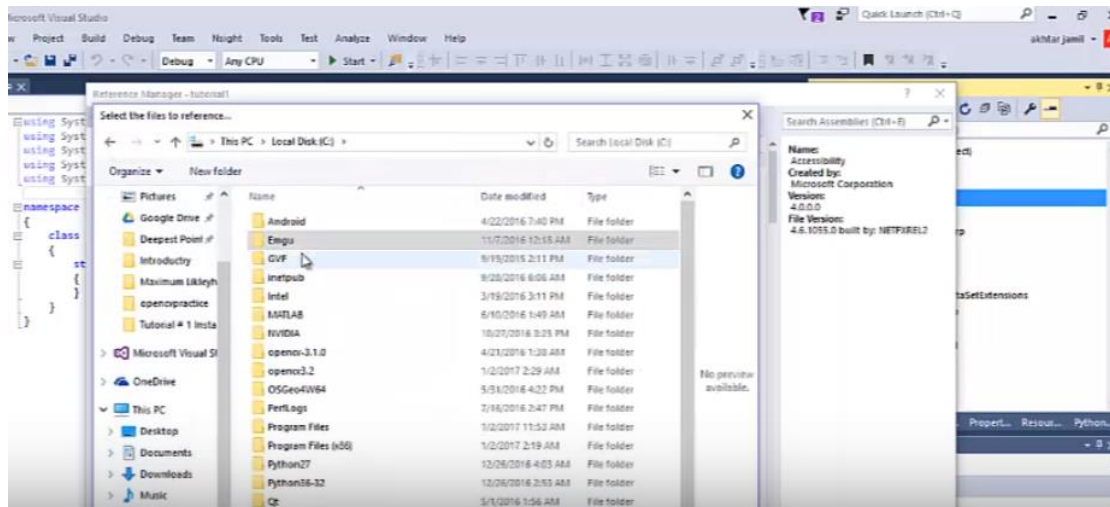
Ακριβώς κάτω απο το tutorial1 υπάρχει το references κάνοντας δεξί κλικ στο add references μας ανοίγει τον τοπικό δίσκο όπου εκεί βρίσκεται ο φακέλος emgu όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, ο φάκελος αυτός περιέχει άλλους τέσσερεις φακέλους , εμεις κάνουμε δεξί κλικ στον δεύτερο φάκελο με το x64 .



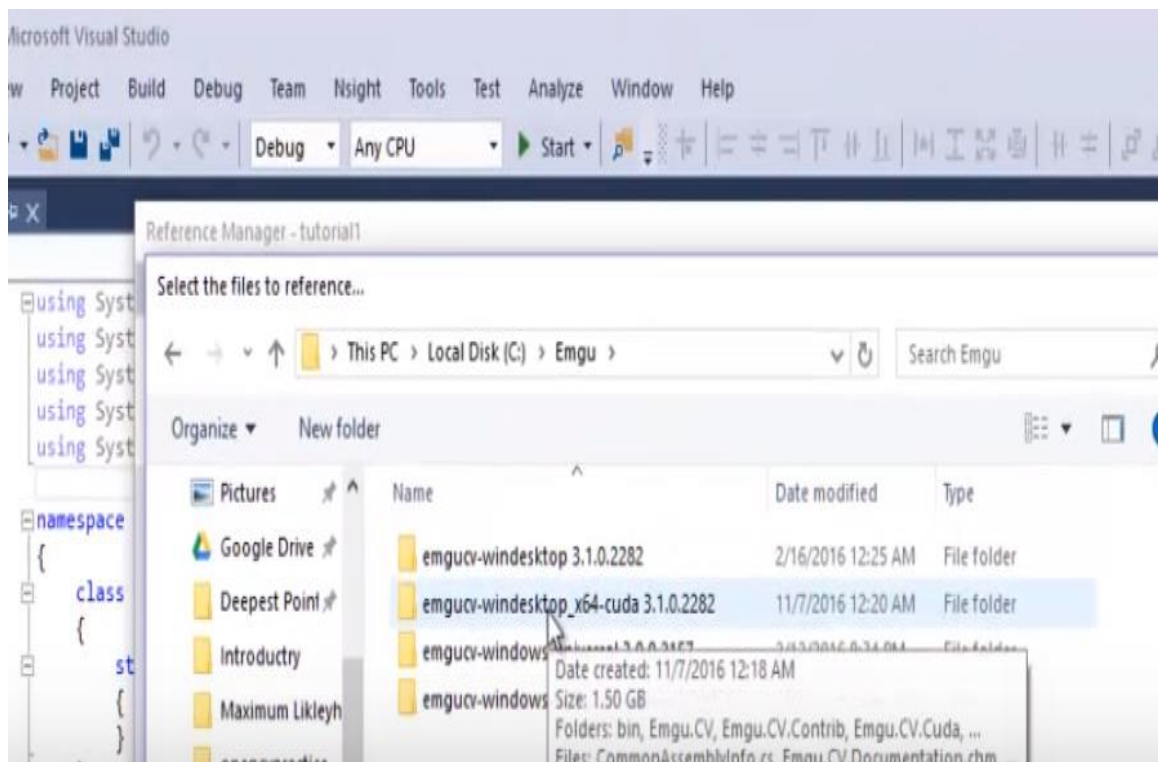
Εικόνα 62



Εικόνα 63

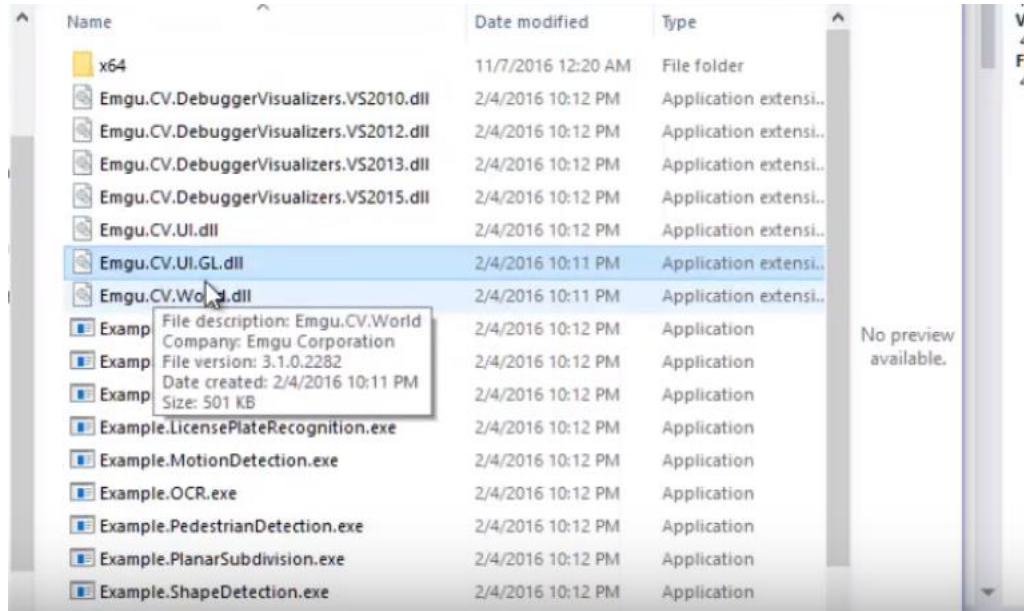


Εικόνα 64



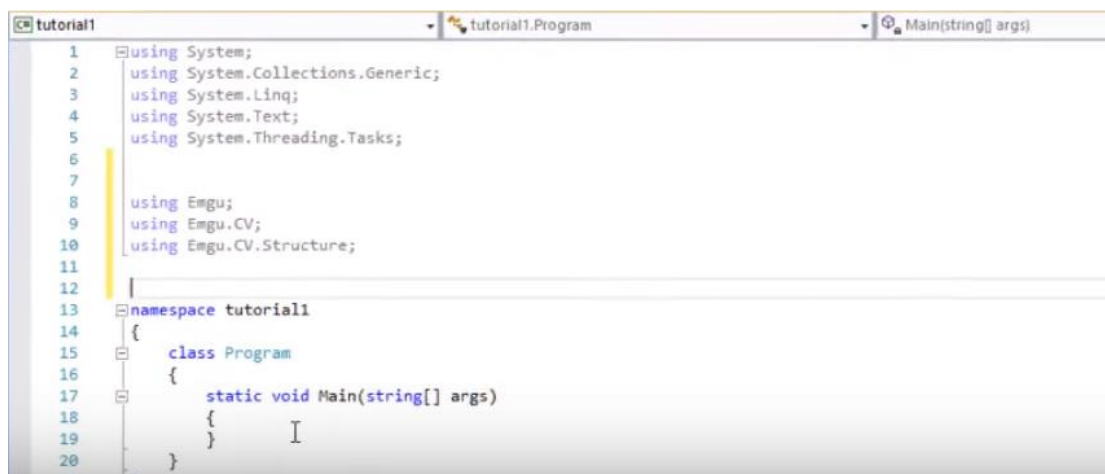
Εικόνα 65

Ο φάκελος αυτός περιέχει τα εξής αρχεία όπως φαίνονται παρακάτω, επιλέγουμε το αρχείο που φαίνεται στην εικόνα και πατάμε OK.



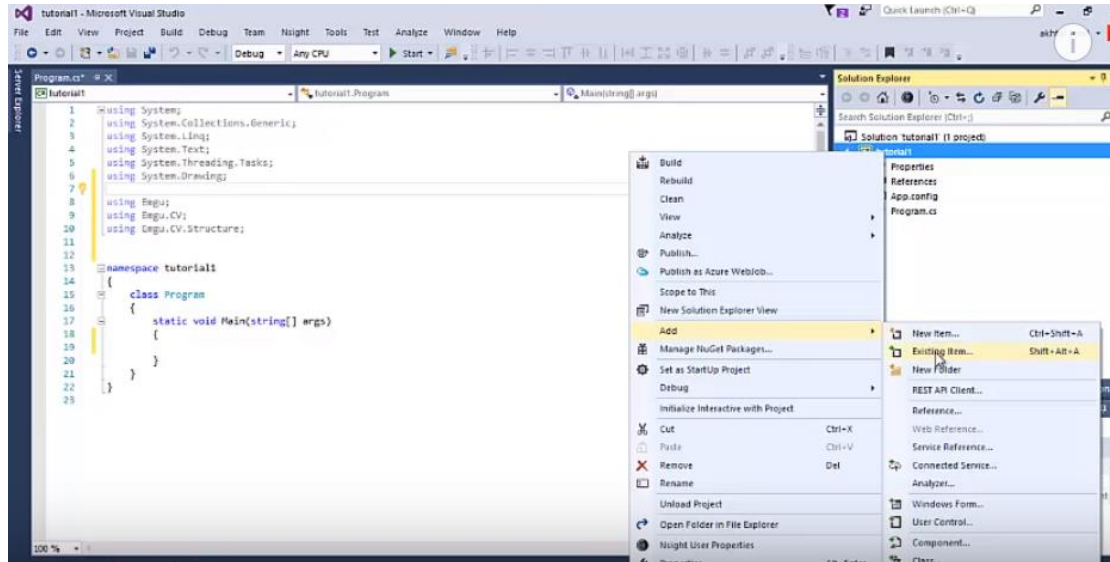
Εικόνα 66

Με το τρόπο αυτό προσθέτουμε την βιβλιοθήκη της emgu στο πρόγραμμα μας.



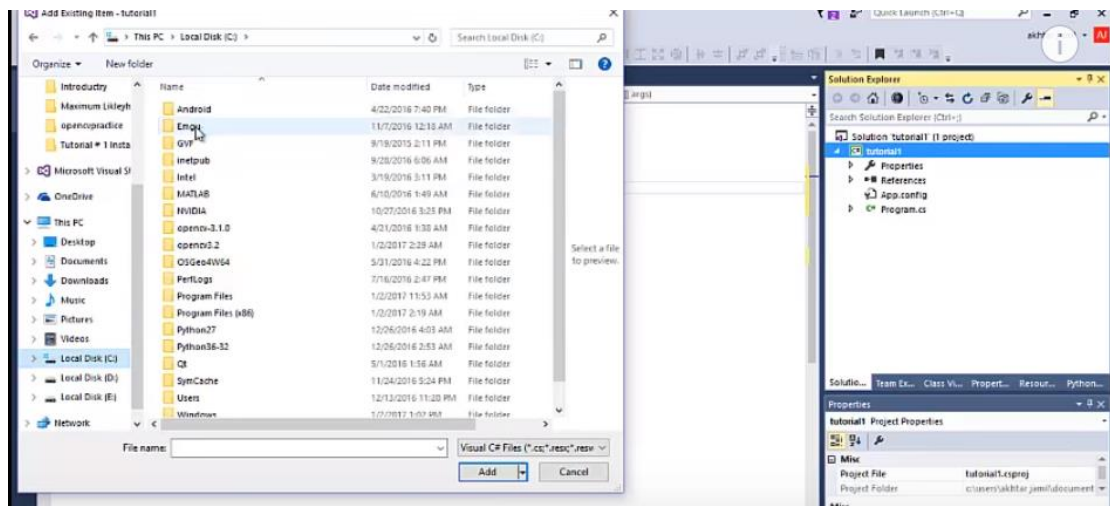
Εικόνα 67

Στην συνέχεια ξανά κάνουμε την διαδικασία επιλέγοντας αυτήν τη φορά το add<exciting item



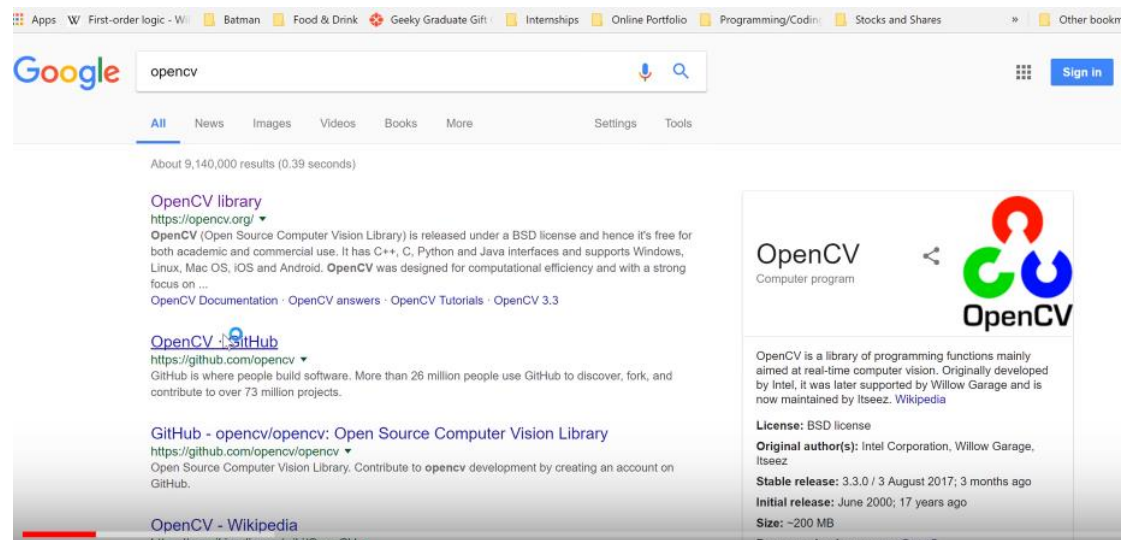
Εικόνα 68

Με την ενέργεια αυτή ανοίγει ο τοπικός δίσκος ,κάνουμε δεξί κλικ στον φάκελο engu και επιλέγουμε όλα τα αρχεία και τέλος πατάμε add όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



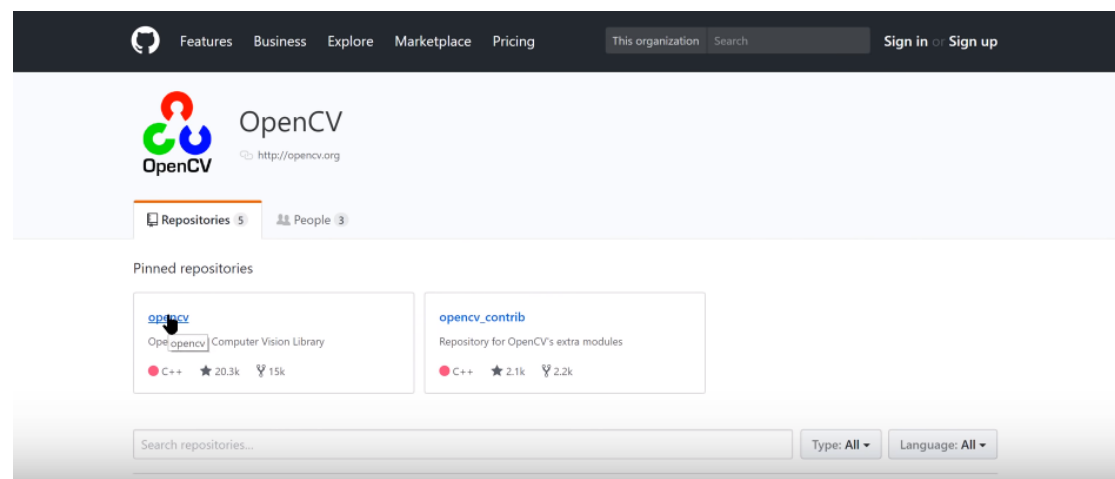
Εικόνα 69

Βήματα εγκατάστασης του open cv στο Visual Studio 2017



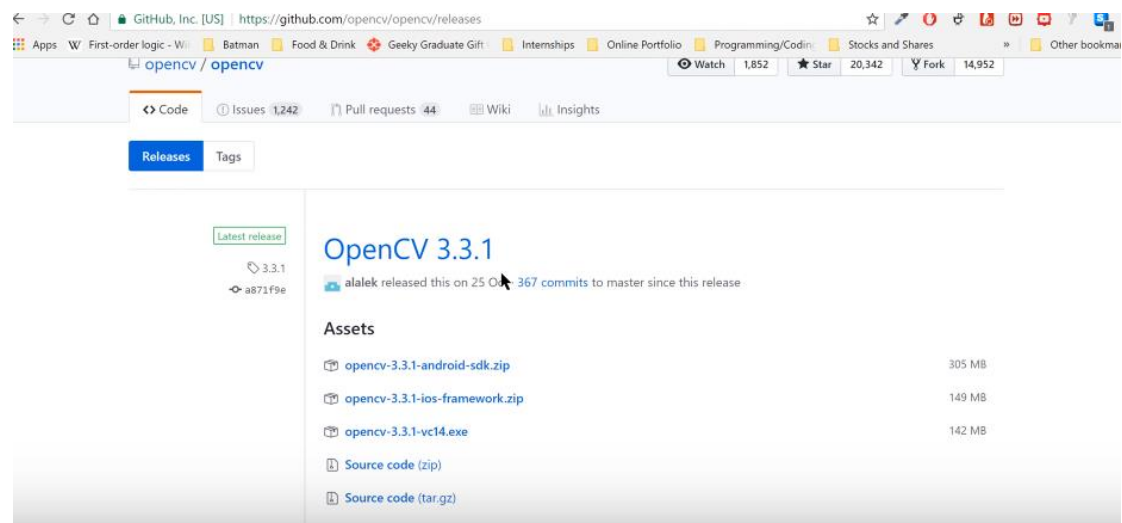
Εικόνα 71

Κάνοντας δεξί κλικ στο opencv μας παραπέμπει στην παρακάτω σελίδα

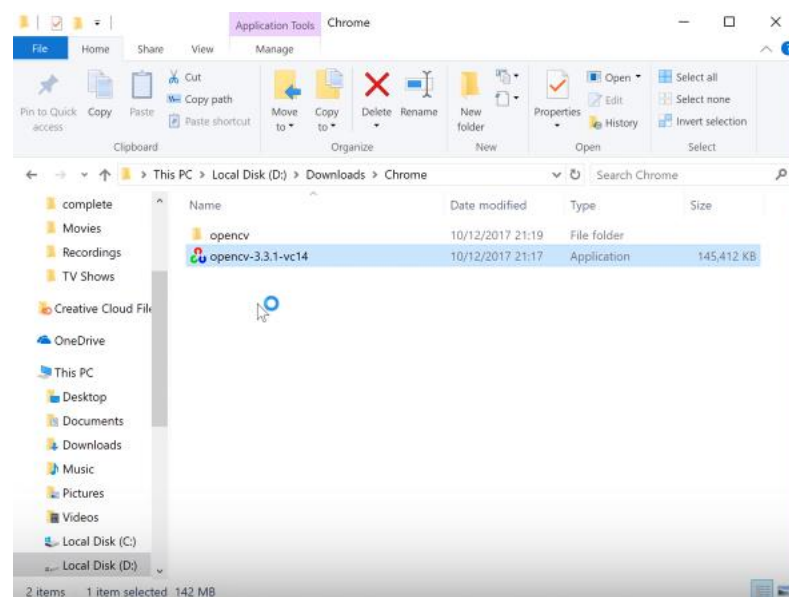


Εικόνα 72

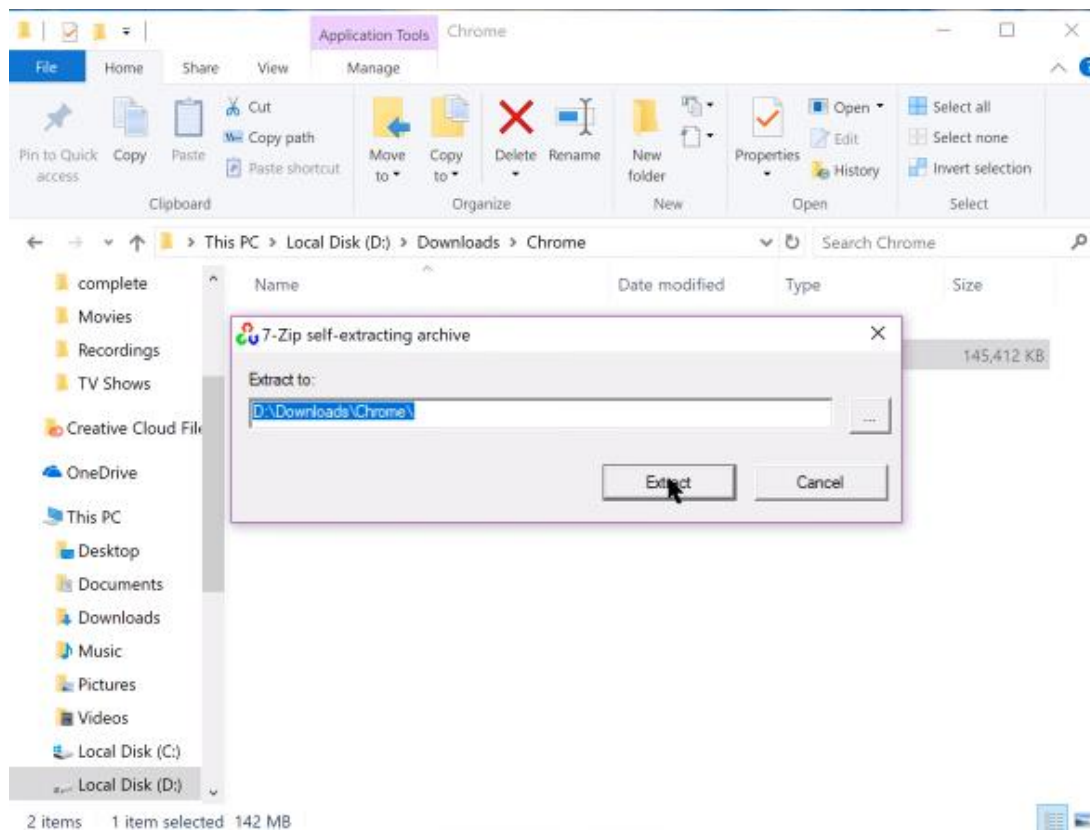
Κάνουμε δεξί κλικ στο opencv=3.3.1-vc14.exe και πατάμε download



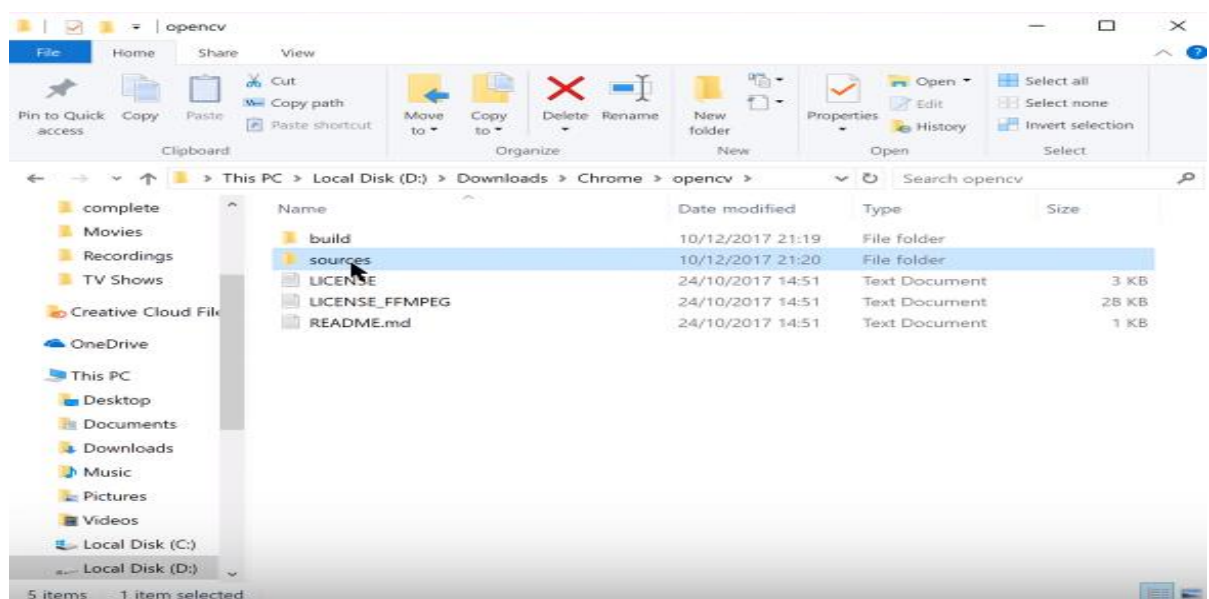
Εικόνα 73



Εικόνα 74

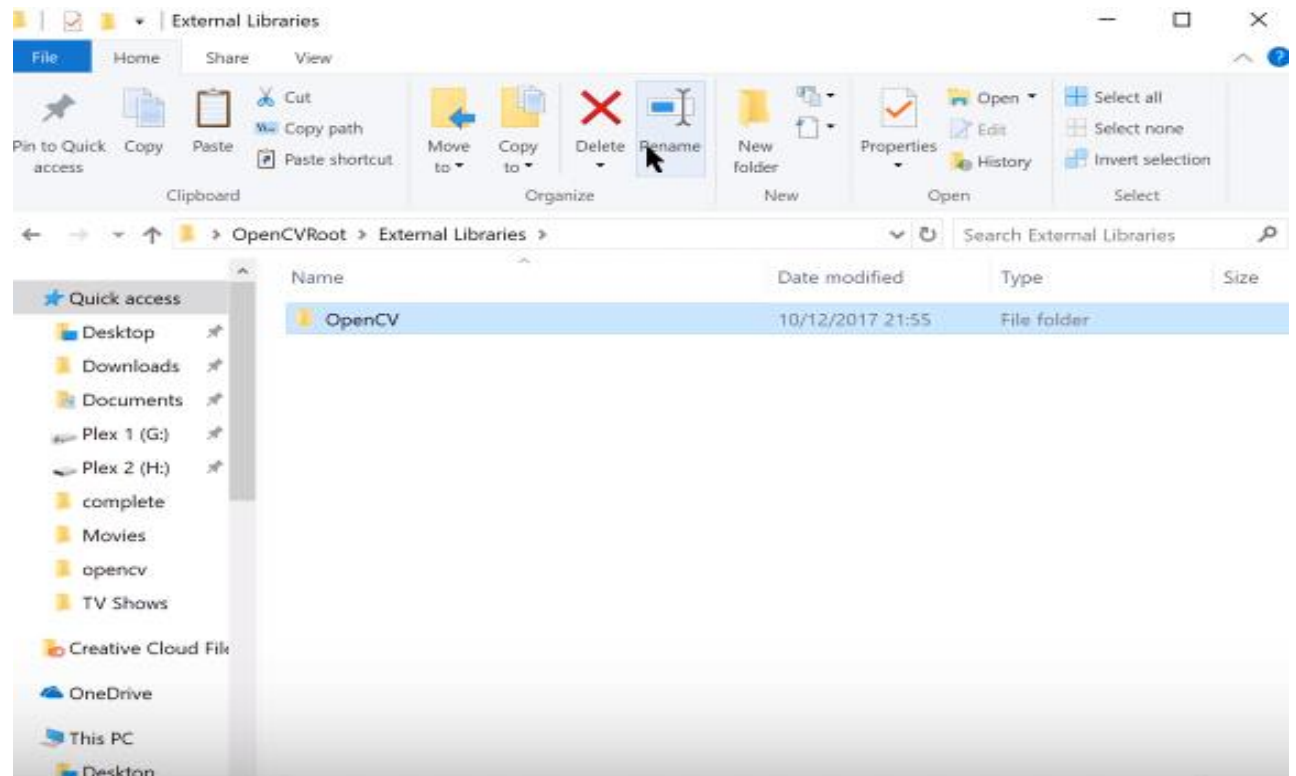


Εικόνα 75

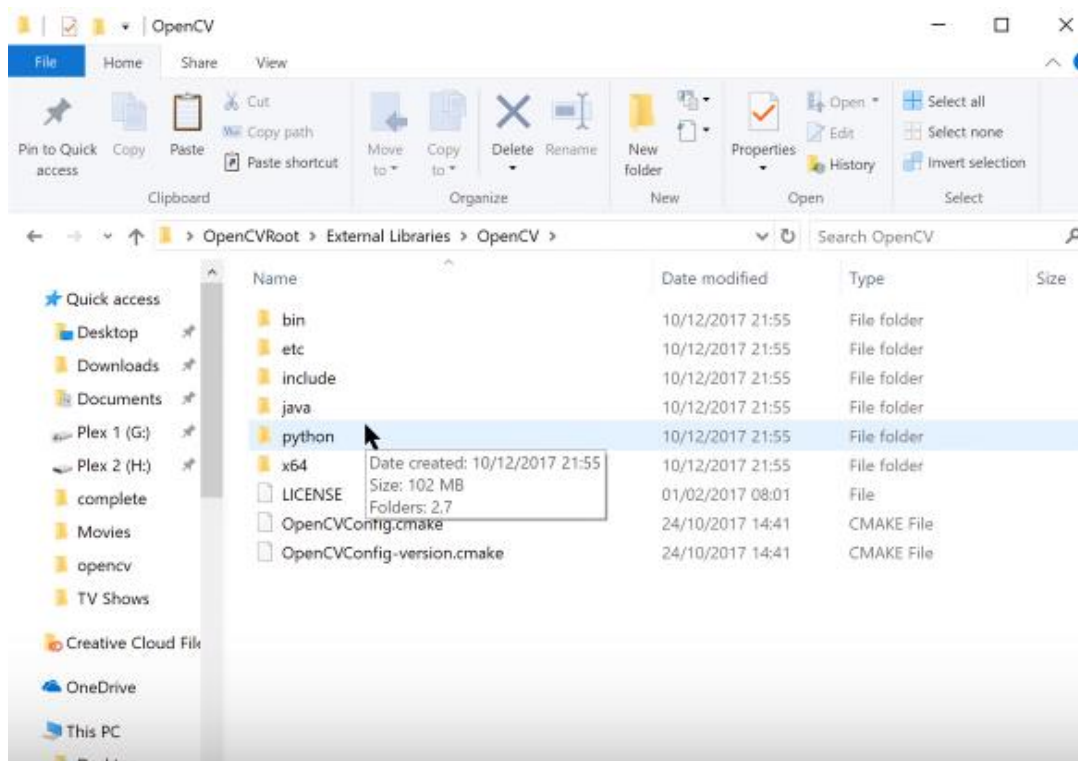


Εικόνα 76

Κάνοντας δεξί κλικ στον φάκελο build αντιγράφουμε όλα τα αρχεία του φακέλου σε έναν νέο φάκελο στην επιφάνεια εργασίας που τον μετονομάζουμε opencv root. Μέσα στον φάκελο αυτό δημιουργούμε έναν νέο φάκελο τον οποίο μετονομάζουμε OpenCV. Ο φάκελος αυτός περιέχει τα παρακάτω αρχεία.



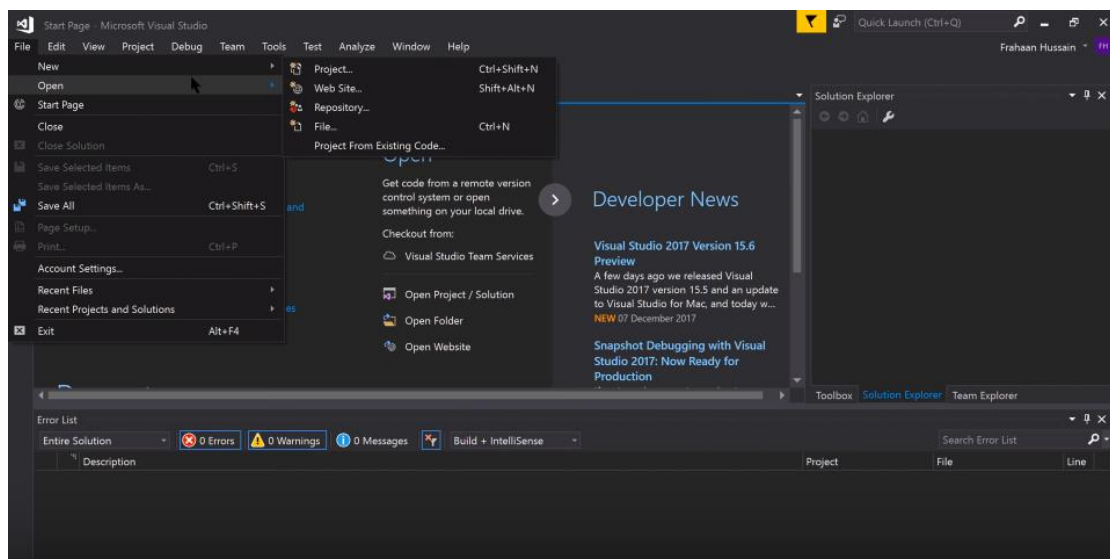
Εικόνα 77



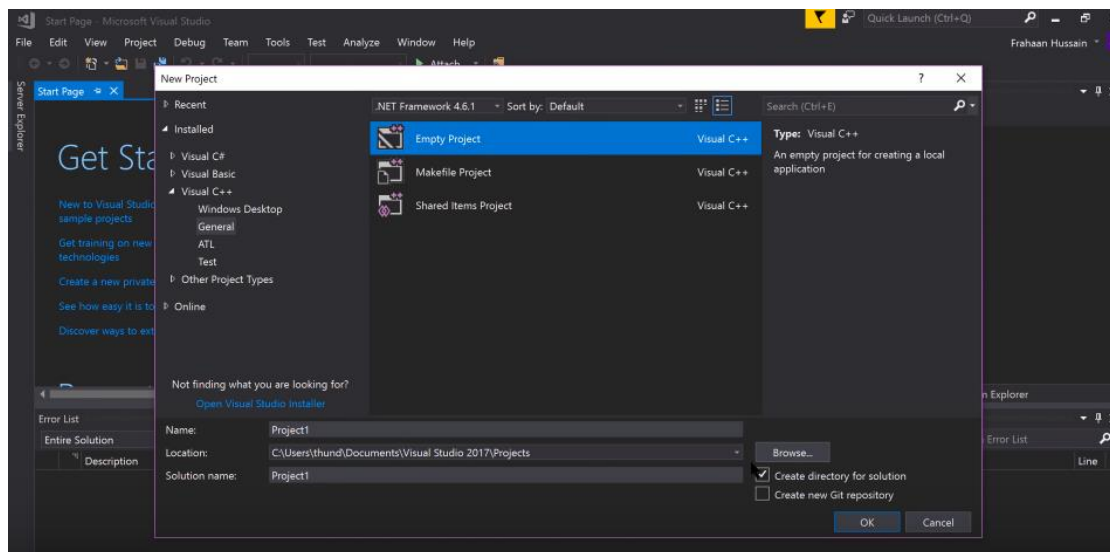
Εικόνα 78

Στην συνέχεια ανοίγουμε το Visual Studio και θα προσπαθήσουμε να περάσουμε τις βιβλιοθήκες του opencv έτσι ώστε να γίνει η ανίχνευση και αναγνώριση του προσώπου.

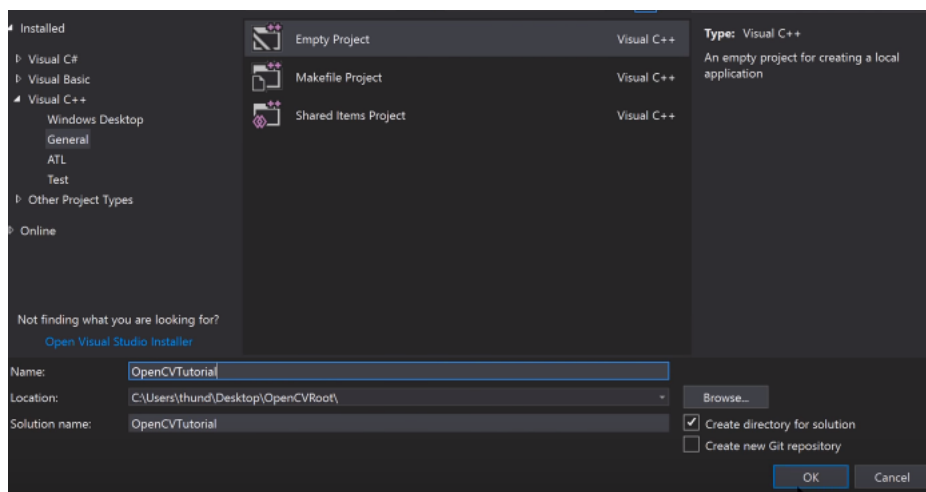
Κάνοντας δεξί κλικ στο new project ανοίγει παρακάτω εικόνα και επιλέγουμε το empty project.



Εικόνα 79

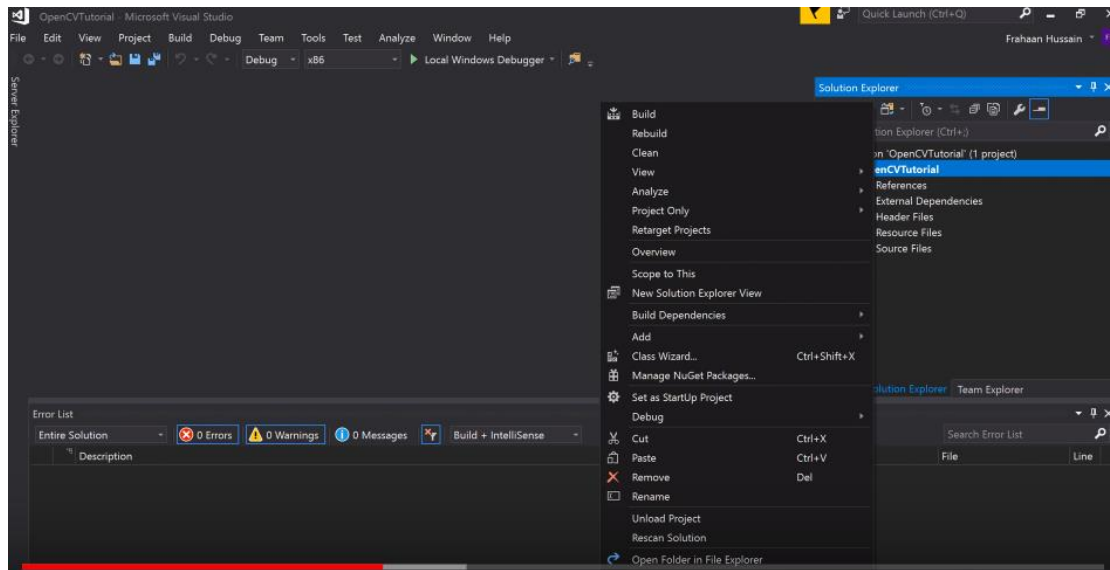


Εικόνα 80



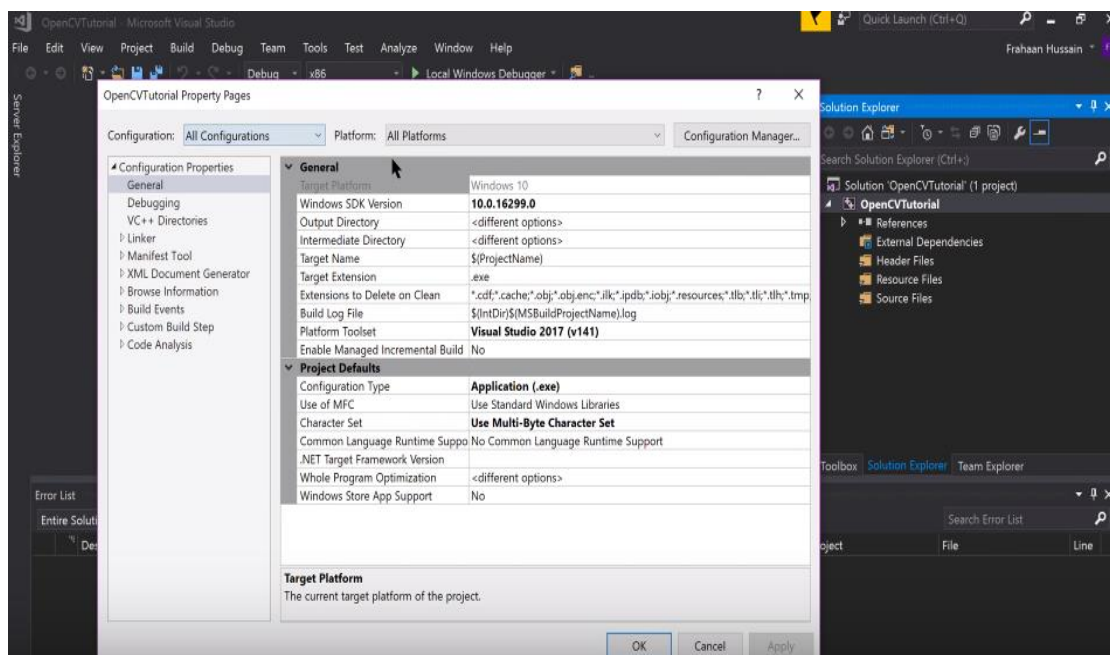
Εικόνα 81

Κανοντας δεξί κλικ στο opencvTutorial πατάμε δεξί κλικ στο properties .

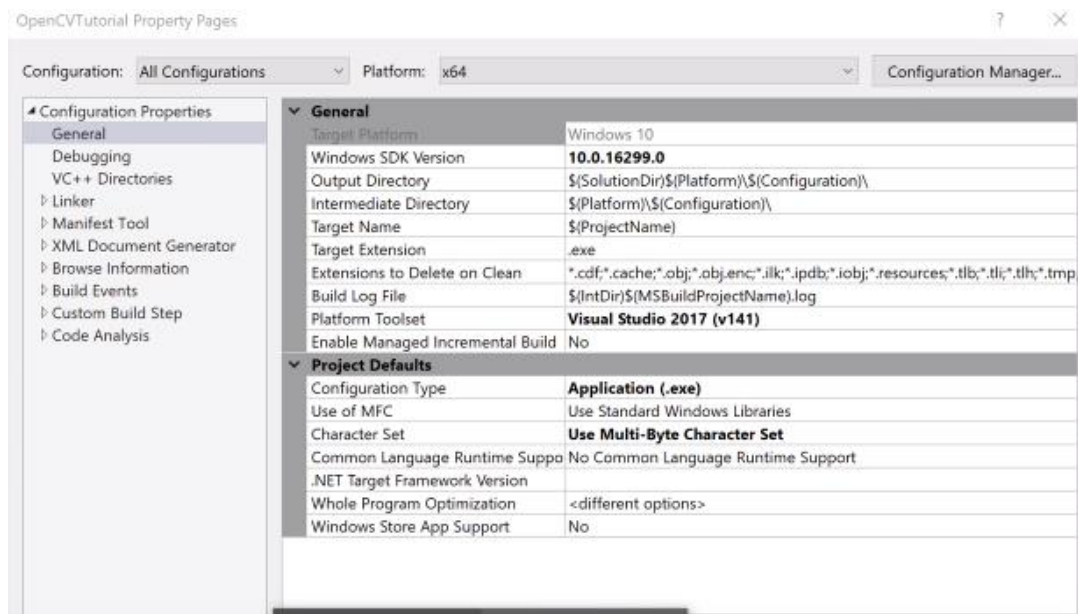


Εικόνα 82

Επιλέγουμε στο configuration το All configuration και στο platform x64

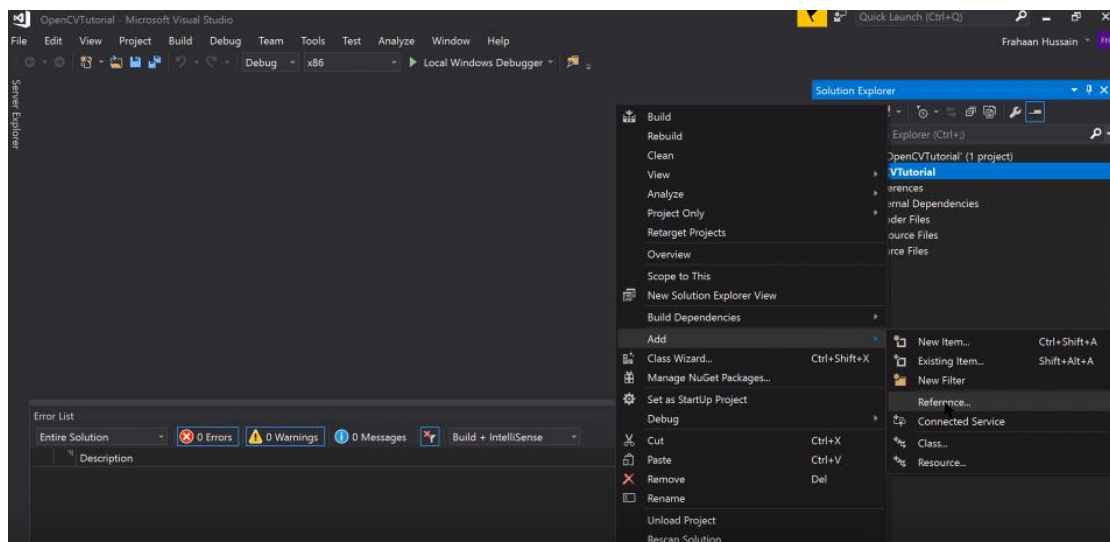


Εικόνα 83



Εικόνα 84

Τελος προσθέτουμε τα reference τα οποια έχουμε στην επιφάνεια εργασία μας στον φάκελο references και είμαστε έτοιμη να ξεκινήσουμε την εφαρμογή μας.



Εικόνα 85

Βιβλιογραφία

- [1] Wikipedia: Biometrics, <http://en.wikipedia.org/wiki/Biometrics>, 20 January 2013.**
- [2] Joydip Dhar, “Intelligent Biometric System using PCA and RLDA”, Indian Institute of IT and Management, Information Technology, 1 January 2009.**
- [3] Yang, D. Kriegman, and N. Ahuja, “Detecting Faces in Images: A Survey”. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002**
- [4] eigenface (Elsevier B.V. 2001)**
- [5] 2D (Mark Crawford 28 September 2011)**
- [6] 3D Trucco E. and Verri A., Introductory Techniques for 3-D Computer Vision, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1998**
- [7] M. Zhu, Discriminant analysis with common principal components, Biometrika 93 (4) (2006) 1018–1024.**
- [8] Face Recognition Line Edge Map. Yongsheng Gao and Maylor K.H. Leung**
- [9] J. Canny A Computational Approach to Edge Detection , IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 1986**
- [10] Pulli, Kari; Baksheev, Anatoly; Korniyakov, Kirill; Eruhimov, Victor (1 April 2012). "Realtime Computer Vision with OpenCV**
- [11] wikipedia. (17 April 2019). Privacy policyAbout Emgu CV: OpenCV in .NET (C#, VB, C++ and more).**
- [12] wikipedia. (26 August 2019). Microsoft Visual Studio.**
- [13] wikipedia. (21 August 2019). C Sharp (programming language).**

Τελος πτυχιακής εργασίας