AIAlogo.bmpUniversitatea Politehnica Timişoara

Facultatea de Automaticǎ şi Calculatoare

Departamentul de Automatică şi Informatică Aplicată

**Aplicatie Desktop,Mobliă pentru fotografiere,editarea și afișarea pozelor la predarea cursurilor**

**PROIECT DE LICENŢ**Ă

Coordonator știinţific: Autor:

Ş. l. Dr. Ing. Ovidiu BANIAŞ Paul-Florin TARCE

Timișoara,

Iunie 2018

CUPRINS

[Capitolul 1.Introducere 3](#_Toc515871613)

[1.1 Motivatie și Context 3](#_Toc515871614)

[1.2 Descrierea, domeniul și utilitatea temei 4](#_Toc515871615)

[1.3 Structura lucrării 6](#_Toc515871616)

[Capitolul 2.Studiul Bibliografic 6](#_Toc515871617)

[Capitolul 3.Tehnologii folosite 7](#_Toc515871618)

[3.1 Platforma Microsoft .NET Framework 7](#_Toc515871619)

[3.2 Programarea orientată pe eveniment 13](#_Toc515871620)

[3.3 Biblioteci speciale: AForge ,OpenCV 15](#_Toc515871621)

[3.4 Microcontrolerul Arduino Uno.Modulul Bluetooth 16](#_Toc515871622)

[3.5 Android,Java și Android Studio 22](#_Toc515871623)

[3.6 Testarea 25](#_Toc515871624)

[3.7 Imagini(empty) 26](#_Toc515871625)

[3.8 Standarde din IT(empty) 26](#_Toc515871626)

[Capitolul 4.Specificațiile aplicației 26](#_Toc515871627)

[4.1 Schema-bloc a sistemului. 27](#_Toc515871628)

[4.2 Funcțiile sistemului 29](#_Toc515871629)

[4.3 Interfața cu utilizatorul 30](#_Toc515871630)

[4.4 Structuri de baze de date și fișiere 36](#_Toc515871631)

[4.5 Baza materială necesară realizării/testării sistemului 37](#_Toc515871632)

[Capitolul 5. Proiectarea Aplicației 38](#_Toc515871633)

[5.1 Arhitectura.Descrierea componentelor și a comunicării între ele 39](#_Toc515871634)

[5.2. Cablaje, desene de echipare, alocarea la pinii conectorilor 42](#_Toc515871635)

[Capitolul 6. Utilizarea sistemului 43](#_Toc515871636)

[Capitolul 7. Concluzii(empty) 44](#_Toc515871637)

[Capitolul 8. Bibliografie(empty) 45](#_Toc515871638)

Prezentarea temei proiectului: 17%-25% Se prezintă tema propriu-zisă, modul în care ea este dezvoltată pe parcursul proiectului, legătura dintre capitole precum şi o documentare bibliografică (orice lucrare trebuie încadrată într-un referenţial de cunoştinţe, referenţial pe care autorul şi-l crează prin apelare la surse bibliografice; credibilitatea unei lucrări este strâns legată de acest referenţial care arată cât este de informat şi de avizat autorul cu privire la actualitatea şi necesitatea lucrării pe care o prezintă).

# Capitolul 1.Introducere

## Motivatie și Context

Automatizarea unor procese și realizarea de software care să vină în ajutorul omului în diferite domenii și situații, reprezintă unul din cei mai importanți factori ,piloni, de altfel ai evoluției tehnologice și științifice din ultimii ani.Cum rolul acestor programe este de a face viata omului mai ușoară și munca acestuia mai eficientă, acest proiect reprezintă un început pentru un nou mod de lucru a posibililor utilizatori.

Proiectul abordat în această lucrare vine în ajutorul cadrelor didactice și studenților din cadrul facultății de Arhitectură și Urbanism din Timișoara, dar aplicația poate să fie folosită în viitor în domeniul educațional și la universități de alt profil sau alte școli. Proiectul acesta este un început a ceea ce se dorește a fi în viitor un suport pentru un nou mod de predare, care să eficientizeze mai mai mult munca profesorilor și care implicit va avea efect asupra randamentului elevilor în timpul orelor.

Contextul acutal arată că pe măsură ce tot mai multe aspecte din arhitectură, design și fabricație sunt transferate în mediul digital, modul în care acestea sunt predate devine un subiect de importanță mare. Tranziția de la vechile modalități de predare la a celor noi este un subiect discutabil. Una din cauzele principale pentru care acest proiect a început a fost trecerea de la tablele negre(cu cretă) la cele albe(cu markere). În ultimii 15 ani, în Facultatea de Arhitectura și Urbanism din „Universitatea Politehnica Timișoara” modul în care se predă s-a schimbat mult daorită evoluției tehnologice [1] .Schimbarea tablelor a avut unele efecte negative în cadrul cusurilor. Câteva din problemle apărute în urma acestei schimbări vor fi prezentate în continuare, pentru a aduce o justificare clară a necesității unei aplicații care să vină în ajutorul celor afectați de această schimbare. De asemena, aplicația aduce și funcționalități suplimentare neprevăzute neaparat în cerințe, dar benefice.

Din comportamentul studenților la aceste cursuri de design s-a observat că tot mai puțini din ei iau notițe, ei bazându-se pe discursul profesorului și pe pozele cu notițele de pe tablă. Aceste poze sunt distribuite între ei pe rețelele de socializare. Pe de altă parte s-a observat la profesori obiceiul de a îngrămădi multe informații referitoare la o problemă pe o singură tablă, ceea ce arată nevoia de a fotografia tabla și de a salva pozele. O altă problemă este faptul că o tablă albă pe un perete alb nu mai reprezintă centrul de interes la fel cum il reprezenta o tablă neagră.[1]. De asemenea tablele albe au o suprafață care din anumite unghiuri reflecă lumina ,cele negre reflectând doar când sunt ude. Grosimea și densitatea liniei cretei pot fi modificate mult mai usor decât cea a markerului.Foarte important penrtu aceste cursuri este lucrul cu mai multe variante de desen. Pe tabla neagră acest lucru era mai usor de făcut pentru că dacă un desen este șters ușor cu buretele(uscat) pe tablă rămân urme superficiale desenului astfel putându-se face mai multe versiuni sau extinde.

Deși există încercări de a muta tablele în zona digitală interactivă, acestea s-au dovedit a fi mai lua mai mult timp decât echivalentul lor analogic. De aceea se dorește o metodă mai convenabilă și eficientă de lucru, posibilă doar prin mijloace hibride(analogic – digital).Schițatul figurilor poate să rămână și este mai de folos să fie făcut manual în timp partea digitală(aplicația) completează procesul de predare[1].

Luând în considerare cele de mai sus , se doreste o digitalizare partială a procesului de predare. Modul în care se va realiza acest lucru este cu o aplicație desktop(PC) legată cu o aplicație mobilă prin care se vor face poze la tabla, edita și apoi afișa.

## Descrierea, domeniul și utilitatea temei

Sistemul care a fost construit pentru situațiile prezentate în capitolul anterior face parte din mai multe domenii din IT .El este alcatuit din 3 părți sau subsisteme care sunt: aplicația desktop(PC) cu camera foto, aplicația mobila și aplicația pe microcontroler. Domeniul în care se încadrează aplicația este preponderent cel al aplicațiilor desktop care se foloseste de anumite periferice, precum camera foto, microcontrolerul Arduino, pentru a avea o funcționalitate specifică și pentru a fi de folos și usor de folosit.

Tema constă în realizarea fotografiilor cu ajutorul unei camere foto sau video conectate la PC, editarea acestora și afișarea lor prin videoproiector pe tabla pe care se predă un anumit curs. Aplicația desktop va putea fi utilizată în mare parte, pentru ușurință, folosind câteva taste prin care se pot face urmatoarele: realizarea pozelor, afișarea, salvarea sau ștergerea lor, zoom in/out, rotirea lor, modificarea contrastului sau a luminozității și decuparea pozelor(folosind mouse-ul). Pentru ca această aplicație să fie mai ușor de folosit și să nu fie necesară prezența permanentă la laptop sau PC în timpul predării orelor a utilizatorului, în completarea ei s-a construit și o aplicație mobilă care integrează cele mai importante comenzi și funcționalități ale aplicației. Aplicația mobilă va comunica cu aplicația desktop prin Bluetooth.

Aplicația mobilă permite controlul direct și de la distanță a camerei foto, calibrarea, procesarea imaginilor și afișarea acestora în timp real pe proiector. În timpul prezentării lecțiilor sau proiectelor, utilizatorul poate să deruleze pozele făcute sau importate, astfel folosind aplicația ca o diaporamă. De asemenea utilizatorul poate comuta ușor între afisarea fișierelor ce țin de curs și pozele realizate cu ajutorul aplicației.

Prin urmare acest proiect rezolvă unele din problemele prezentate anterior și aduce unele plusuri care nu țin neaparat aceste probleme dar care sunt importante pentru ca aplicația să fie usor de folosit și să aibă funcționalități bune asemănătoare unui editor de poze. Astfel profesorul care o folosește poate ca atunci când nu mai are loc să scrie pe tablă, să fotografieze tabla și să revină oricand la pozele anterioare. De altfel, proiectul fiind realizat în special pentru Facultatea de Arhitectură și Urbanism aplicația va fi utilă în a afișa mai multe variante de desen( figuri și planuri arhitecturale) suprapuse și acestea vor putea fi rotite cu un anumit număr de grade. Ele vor putea fi și micșorate sau mărite. Folosirea acestei aplicații nu necesită un lucru de mare precizie tocmai din considerentul de a nu consuma mult timp în timpul utilizării ei, fapt ce ar lua din timpul predării.[1]

Aportul personal la acest proiect îl reprezintă realizarea de la zero aplicațiilor necesare funcționării acestui sistem ceea fapt ce implică mai multe etape din procesul de dezvoltare software.

## Structura lucrării

Această lucrare este alcătuită din 7 capitole.Acestea sunt :

* Capitolul 1. Introducere : cuprinde câteva cuvinte despre domeniul,utilitatea temei , motivația și contextul proiectului.
* Capitolul 2.Studiu bibliografic : documentare bibliografică care are ca scop fixarea referenţialului temei.
* Capitolul 3. Tehnologii folosite : documentarea cunoștiințelor necesare realizării proiectului.Acestea reprezintă fundamentarea teoretică a lucrării.
* Capitolul 4. Specificațiile aplicației: Descrierea interfetelor dintre aplicația software și mediu(sistemele cu care ineracționează aplicația).
* Capitolul 5. Proiectarea aplicației: Descrierea arhitecturii și a componentelor programului
* Capitoul 6. Utilizarea sistemului : Prezentarea modului de utilizare a aplicației
* Capitolul 7.Conzluzii : Ce s-a realizat în acest proiect , problemele întâmpinate și anumite direcții de dezvoltare
* Capitolul 8.Bibliografie

# Capitolul 2.Studiul Bibliografic

# Capitolul 3.Tehnologii folosite

În acest capitol vor fi prezentate tehnologiile folosite pentru realizarea acestui proiect, ele fiind uneltele de bază în dezvoltarea oricărui sistem software. Vor fi abordate tehnologiile, criteriile și metodele utilizate pentru dezvoltarea celor 3 subsisteme ale acestui proiect, si anume: Aplicația Desktop, Aplicatia Mobilă și Aplicația pe microcontrolerul Arduino.Toate aceste 3 aplicații au fost construite folosind tehnologii diferite ,limbaje de programare diferite și au fost interconectate prin anumite protocoale.

## 3.1 Platforma Microsoft .NET Framework

Pentru a construi aplicația de bază a acestui proiect, și anume aplicația desktop, s-a utilizat platforma de dezvoltare .NET creată de Microsoft. Aplicația a fost dezvoltată pentru sistemul de operare Windows și a fost construită cu ajutorul tehnologiilor .NET precum: Windows Forms, C# și Windows Presentation Foundation (WPF) și a bibliotecilor Aforge.Net și EgmuCV. Mediul de dezvoltare folosit a fost Microsoft Visual Studio .NET 2017.

Platforma .NET este o platformă de dezvoltare open source de uz general, folosită la dezvoltarea aplicațiilor pe sistemele de operare: Windows, Linux, iOS și Android. Implementările platformei .NET depind de sistemele de operare menționate anterior și de tipul aplicației dezvoltate(server, desktop, mobilă ). .Net este o mulțime de framework-uri care au o infrastuctură comună cu mici diferențe între acestea.[3]. Aceasta a apărut în anul 2002 și a devenit rapid o parte de bază în dezvoltarea software din prezent. Introducerea lui a avut ca scop a oferi programatorilor un model de programare mai puternic, mai flexibil și mai simplu față de ceea ce oferea predecesorul acestuia ,COM. Cele mai importante funționalități și caracteristici oferite de .NET sunt:

* Oferă suport pentru mai multe limbaje de programare: C#, Visual Basic, F# , C, C ++ și asa mai departe.
* Biblioteci de bază cuprinzătoare( *.NET Framework Class Library)*. Această bibliotecă cuprinde mii de tipuri predefinite care premit programatorului să construiască : alte biblioteci ,aplicații de tip consolă, aplicații grafice destkop și aplicații web la nivel de întreprinderi.
* Un nucleu de runtime comun tuturor limbajelor .NET. Acesta este *Common Language Runtime* sau CLR și are rolul de a localiza, încărca și a gestiona obiecte .NET în numele programatorului. De asemenea CLR se ocupă de gestionarea firelor de execuție și de verificări de securitate.
* Integrarea limbajelor : .NET suportă moștenirea, debugging-ul tratarea erorilor cross-language. [4]



Fig 3.1 .Implementări ale .NET[img 1]

**.NET Core** este o versiune .NET care este cross-platform, adică ea poate să ruleze pe orice sistem de operare(Windows, Linux, MacOS).

**Xamarin** este o platformă cu ajutorul căreia pot fi dezvoltate aplicații native Android, iOS, MacOS și Windows folosind limbaje .NET. Această platformă este bazată pe Mono(o comunitate susținută de de Xamarin/Microsoft.

.**NET Framework** dupa cum se vede în Figura 3.1, e o platformă special construită pentru dezvoltarea aplicațiilor specifice familiei sistemelor de operare Windows. .NET dispune de funcționalități specifice Windows dar are și biblioteci care extind aceste funcționalități. Multe dintre aceste biblioteci sunt folosite și pentru dezvoltarea aplicației desktop din acest proiect. . [2].



Fig 3.2 Arhitectura .NET [img2]

Printre entitățile de bază în .NET ,după cum se poate vedea și în Figura 3.2 se numără: CLR: *Common Language Runtime ,* CTS: *Common Type System* și CLS: *Common Language Specification.* CTS definește toate tipurile de date posibile, modul în care cum entitățile interacționează între ele și în care un tip poate moșteni un alt tip de dată. CLS este un set de specificații pe care un limbaj de programare trebuie să le aibă pentru a fi un limbaj .NET. CLR este o mașină virtuală prin care sunt gestionate programele la rulare în ceea ce privește necesitățile acestora. Astfel, programatorul nu trebuie să țină cont de tipul procesorului pe care rulează aplicația lui. CLR este primul nivel din .NET Framework. În Figura 3.3 este descris procesul de rulare a unui program scris în unul anumite limbaje .NET. [2] [4]



Fig 3.3 Diagrama CLR[img3]

CLR execută un cod octet numit *Common Intermediate* Language(CIL) sau *Microsoft Intermediate Language* (MISL). Acest cod nu poate să fie executat direct de procesor, codul nativ fiind creat de către Compilatorul Just-in-Time(JIT Compiler) din codul CIL. [2]

Ca și IDE s-a folosit **Microsoft Visual Studio 2017.**Acesta este un IDE pentru dezvoltarea aplicațiilor desktop, consolă, web ,mobile etc. Acesta folosește platforme de dezvoltare Microsoft precum Windows Forms, WPF sau Windows Store, suportând 36 de limbaje de programare.[5]



Fig. 3.3.1 Visual Studio 2017[img4]

**3.1.1 Limbajul C#**

După cum s-a menționat și mai sus **limbajul C#** și platforma .NET au fost aduse în folosință în anul 2002 cu scopul de a oferi programatorilor ceva mai mult decât oferea COM. Limbajul de programare C# are o sintaxă de bază care seamănă foarte mult cu *Java*,dar C# face parte din familia limbajelor C( C, Objective C ,C ++). C# este un limbaj orientat pe obiecte la fel ca și Java, amândoua având sintaxă este bazată pe C, acestea evoluând din C++. C# , la fel ca si C++ permite supraîncărcarea operatorilor, crearea structurilor de date, enumerărilor și a funcțiilor callback(cu delegați) [6][7] .

În plus , C# are unele funcționalități speciale regăsite în diferite limbaje funcționale (LISP sau Haskell) cum ar fi : expresiile lambda și tipurile anonime. Odată cu apariția LINQ (*Language Integrated Query*)*,* C# devine tot mai mult un limbaj unic în universul programării. Din cauză că C# este un hibrid a mai multor limbaje, rezultatul este un limbaj curat din punct de vedere sintactic(ca și Java), simplu ca si Visual Basic și puternic și flexibil ca și C++. O caracteristică important care reiese din Fig 3.3 este că C# produce cod care se poate executa doar în runtime.[6][7]



Fig.3.4 C# .NET[img5]

Câteva dintre caracteristicile mai importante ale limbajului C# sunt:

* Nu este necesară folosirea pointerilor.
* Gestionarea memoriei se face automat cu ajutorul asa numitului colector de gunoaie(“*Garbage collector*”).
* C# oferă suport pentru programarea bazată pe atribute. Sunt permise adnotări ale tipurilor și ale membrilor acestora.
* Operatorul lambda ( => ), care simplifică mai mult lucrul cu tipurile *delegate* din .NET Framework.
* Suport pentru căutarea dinamică a membrilor la rulare(runtime) folosind cuvântul cheie *dynamic.*
* Permite programarea asincronă și cu fire de execuție care au fost simplificate mult prin apariția cuvintelor cheie : *async* și *await.*
* Posibilitatea de a construi tipuri generice și membrii generici. Folosind membrii generici, codul scris poate să fie type-safe, care definește numeroși substituenți specificați atunci când se interacționează cu tipul generic.
* Un nou fel de inițializare a obiectelor, care permite setarea valorii proprietațiilor la momentul creării acestora.
* Parametrii opționali în cadrul metodelor.[7]

În Martie 2017 a apărut curenta versiune majoră de C# și anume C# 7. Aceasta a adus noi funcționalități pentru a eficientiza baza de cod și a mai adus tuplii, variabilele și parametrii *ref.* Alte funcționalități :

* Existenta tupliilor( tipuri de categorie ușoară fără nume) precum și a variabilelor locale și returnate *ref*(returnarea referinței unei valori în loc de valoarea în sine ).
* Tipurile returnate de tip async generalizate
* Un nou cuvânt chei *default* care permite inițializarea oricarui tip

Posibilibilitatea ca metoda *main* a unui program sa fie *async* [7]

În anul data de 7 Mai 2018, C# a ajuns la vresiuna stabilă 7.3. În acest proiect a fost folosită versiunea 4.7.1 a platformei .NET care a fost instalată odată cu instalarea IDE-ului Visual Studio 2017(versiunea 15.4.4), iar versiunea C# folosită a fost 7.2. ... wikipedia

**3.1.2 Multithreading ,Programarea Concurentă și Async**

Aplicațiile care funcționează bine sunt cele care au un timp de răspuns foarte bun și în cadrul cărora atunci când se pornește un task, acesta nu împiedică alte părți din program să funcționeze așa cum trebuie. Realizarea acestui lucru necesita operații mai complexe in C++ dar platforma .NET a adus cu ea căi de realizare a multithreading-ului mult mai ușoare. Un fir de execuție este definit ca o cale de execuție într-o aplicație. Prin crearea firelor de execuție adiționale se pot construi aplicații mult mai receptive. Spațiul de nume *System.Threading* a apărut odată cu .NET 1.0 și oferă suport pentru a construi aplicații cu fire de exectuție[7]

În acest proiect recepționarea datelor de la portul serial(în cadrul aplicației desktop) s-a realizat în mod asincron și a fost necesar un alt fir de execuție decât cel al interfeței grafice. Pentru a transmite datele de la firul nou creat la firul interfeței grafice este nevoie de o funcție speciala de tip **delegate.** Un delegat .NET este practic un pointer la o funcție type-safe. Delegații au rolul de a transmite metode ca și parametrii pentru alte metode. Delegatului îi pot fi transmise metode care au aceeași semnătură cu a sa(semnătura include și valoare returnată). Delegații sunt ideali pentru metodele de tip *callback*. [7][2].

## 3.2 Programarea orientată pe eveniment

Programarea orientată pe eveniment este o paradigmă de programare din programarea calculatoarelor în care cursul unui program este determinat de anumite evenimente precum primirea informațiilor de la senzori, click-ul unui mouse, o tastă apăsată, trecerea unui anumit timp etc.[9] Ceea ce diferențiază programarea orientată pe eveniment de alte paradigme de programare este că această paradigmă este un mod de a gândi problemele și soluțiile lor. Ea furnizează abstractizări. Limbajele sunt cunoscute ca și limbaje funcționale și orientate pe obiecte pentru că ele atribuie abstracțiuni unor structuri de program. La fel se întâmplă și cu programarea bazată pe eveniment, modelul evenimentelor fiind abstractizarea principală.[9].

La baza programării orientată pe eveniment stă conceptul de eveniment. Trei tipuri de obiecte computaționale sunt associate fiecărui eveniment : sursa evenimentului(*event source*), obiectul eveniment(*event object*) și unul sau mai multe proceduri eveniment(*event handlers*).

În realizarea acestui proiect, pentru aplicația Desktop și cea mobilă în mare parte s-a folosit paradigm programării orientate pe eveniment. Elementele cele mai importante din această paradigmă sunt prezentate mai jos:

* *Sursele evenimentului (Event Sources)*.

Acestea reprezintă originea evenimentului. O sursă declanșează un eveniment atunci când creează un obiect eveniment și îl pregătește pentru procedurile de evenimente. Sursele de de evenimente pot să fie obiecte de tip software, hardware sau firmware.

* *Obiectele sursă*(*Event Objects)*

Un eveniment obiect încapsulează datele importante cu privire la un eveniment. Clickul unui mouse, de exemplu, este printre cele mai des întâlnite evenimente. Datele corespunzătoare fiecărui click sunt: coordonatele ecranului sau ferestrei curente și butonul care a fost apăsat. Orice procedură eveniment care “ascultă” aceste clickuri va avea nevoie de aceste informații așa că orice procedură, indiferent de limbaj va avea nevoie de ele.

* *Procedurile Eveniment(Event Handlers)*

Procedurile eveniment răspund la evenimente prin executarea actiunilor impuse de programator. Aceste proceduri sunt factorul care unește diferite obiecte pentru a întocmi un program funcțional. Procedurile sunt asociate cu sursele lor(event sources), apoi asteaptă ca să sursa să declanșeze



Fig 3.5 Cursul unui program orientat pe evenimente[img 7]



Fig 3.6 Modelul de procesare al evenimentelor

pentru programarea orientata pe obiecte[img 8]

Intrfețele grafice(GUI) sunt o bună cale de a ilustra baza programării pe eveniment. Partea fundamentală a programării orientate pe obiecte sunt clasele și obiectele.Același lucru se aplică și pentru cea orientată pe eveniment. Figura 3.5 și Fig 3.6 arată relația dintre diferitele părți prezentate mai sus.

## 3.3 Biblioteci speciale: AForge ,OpenCV

Pentru lucrul cu camera foto/web și cu imaginile primite de la aceasta s-a optat pentru folosirea framework-ului **AForge .NET** și **Emgu CV**( wrapper pentru **Open CV**).

AForge .NET este un framework scris în C#, open-source, creat pentru dezvoltatori și certetători din domeniile: Inteligență Artificială,procesare de imagini, rețele neuronale, computer vision. De asemena mai poate fi utilizat în logică fuzzy, machine learning și robotică. În acest proiect acest framework a fost folosit pentru a detecta camerele web conectate la PC, pentru a prelua frame-urile și pentru a realiza poze(a extrage un frame la un momentdat). A mai fost folosit și pentru a edita anumite imagini.

Această platformă este alcătuită din multe librării: AForge. Imaging, AForge.Vision, AForge.Neuro, AForge.Fuzzy. Pentru proiect au fost folosite Aforge.Video și Aforge.Imaging. Pentru a capta informații de la camera web s-au folosit clasele *FilterInfoCollection* și *VideoCaptureDevice* și evenimentul de *NewFrame*. [10]

**Emgu CV** este o înfășurătoare .NET a frameworkului **OpenCV**(folosit la procesarea imaginilor, C++)care permite utilizarea funcțiilor OpenCV în cadrul plaformei .NET. Emgu CV poate fi compilat în Visual Studio, Xamarin, Unity și poate rula pe Windows ,Android, MacOS etc. EmguCV este scris în totalitate în C#. [11]



Fig 3.7 Arhitectura OpenCV și wrapper-ul EmguCV[img9]

## 3.4 Microcontrolerul Arduino Uno.Modulul Bluetooth

Unul din subsistemele care este parte componentă a acestui proiect/sistem, este subsistemul format din Microcontrolerul **Arduino Uno** la care este conectat modulul Bluetooth HC-05. Alături de acestea este inclusă aplicația dezvoltată pentru Arduino în mediul de dezvoltare open-source Arduino Software IDE. Aplicația preia date de la aplicația mobilă prin Bluetooth și le transmite aplicației desktop prin portul serial. Față de celelalte părți din aplicație acest subsistem implică o parte software dar și o parte hardware.

* **Microcontrolerul Arduino Uno**

Acest microcontroler(Fig 3.8) are la bază procesorul ATmega328. Are 14 pini digitali de intrare/ieșire, 6 intrări anlogice ‚și un oscilator ceramic rezonator de 16MHz. Din cei 14

pini digitali, 6 pot fi folosiți ca și ieșiri PWM. Ca și conectivitate, Arduino mai are conexiune USB(și pe post de alimentare), alimentare AC-to-DC sau baterie. Numele “Uno” are rolul de a marca prima versiune de Arduino, versiunea 1.0 [12]



Fig 3.8 Microcontrolerul Arduino Uno[img 10]

Procesorul ATmega328 creat de Atmel din familia megaAVR, dispune de o memorie flash de 32 Kb, 1 Kb EEPROM, 2 Kb SRAM și 32 de regiștrii.

**Intrari și ieșiri:**

* Seriale : pinul 0 și 1, aceștia fiind RX și TX.La acești pini va fi conectat și modulul Bluetooth.
* Întreruperi externe: pinii 2 și 3. Pot să fie setați să declanșeze întreruperi la front crescător sau front descrescator.
* PWM : pinii 3,5,6,9,10,11 – PWM pe 8 biți
* SPI(Serial Peipheral Interface) : 10(SS) ,11(MOSI) ,12(MISO), 13(SCK)

**[12]**

Arduino poate fi programat prin software-ul Arduino. ATmega328 vine încărcat cu un *bootloader* care permite încărcarea de nou cod.Acesta comunică prin intermediul protocolului

STK500. Arduino are funcționalitatea de a fi resetat de la buton dar și atunci când este rulat pe el software de pe un calculator.

* **Limbajul C++**

Programul care a fost scris pentru aplicația Arduino a fost scris în C++. Bjarne Stroupstrup de la AT&T Bell Labs a creeat C++ la mijlocul anilor 80 ca și o extensie a limbajului C. Limbajul C era folosit pentru mai mult pentru software la nivelul sistemului și pentru sisteme embedded. C++ a venit în plus cu funcționalități specifice limbajelor orientate pe obiecte.Programele în C++ au nevoie a fi compilate. Un compilator traduce codul țintă. Acest cod poate fi cod mașină pentru o anumită platformă sau în alt limbaj(primele compilatoare C++ traduceau codul în C). Setul întreg de tooluri pentru C++ include:

* *Preprocesor:* adaugă și modifică conținutul fișierului sursă înainte de a procesarea codului de către compilator
* *Compilatorul*: traduce codul sursă în cod mașină
* *Linker :* combină codul-mașină generat cu biblioteca precompilată sau cod compilat din alte surse pentru a face un program executabil complet.[18]

Un program scris correct în C++ are o anumită structura. Sintaxa trebuie să fie corectă sau compilatorul va genera mesaje de eroare și nu va produce cod mașină.

executabil. Un fișier sursă pentru C++ are extensia .cpp. Un fișier sursă începe de obicei cu directive ce țin de preprocesare. Toate directivele de preprocesare din codul sursă C++ încep cu simbolul „#”. Directiva **#include** specifică un fișier numit *header* care conține specificațiile pentru codul din bibliotecă. Bibliotecile folosite în acest proiect sunt : “Arduino.h” (pentru a avea acces la funcții specifice microcontrolerului Arduino), “SoftwareSerial.h”(cuprind funcțiile ce permit lucrul cu portul serial – USB).

* **Protocolul USB**

În acest proiect, legătura dintre subsistemul aplicației pe microcontrolerul Arduino și cel al aplicației desktop este realizată cu ajutorul portului serial USB.

USB(Universal Serial Bus) este soluția ideală pentru a conecta la calculator diferite dispozitive externe acestuia. Printre multele calități ale interfeței se numără: este ușor de folosit, este rapidă, versatilă(pot fi conectate multe feluri de periferice la ea), necostisitoare, apariția rară erorilor și nu consumă multă energie. De asemenea, este suportată de Windows și de alte sisteme de operare. Fiecare calculator modern(PC sau Macintosh) are porturi USB la care pot fi conectate periferice standard : tastaturi, mouse-uri, scannere, camere web/foto, imprimante, dar și alte părți hardware pentru diferite scopuri.

Portul USB are format serial asincron și la el pot fi conectate maxim 127 de dispozitive. Distanța maxima la care pot fi legate dispozitivele aste de aproximativ 5 metrii. Aceasta se întinde până la 30 de metrii cu 5 hub-uri. Când utilizatorul conectează cablul USB la calculator, sistemul Windows detectează dispozitivul și încarcă driver-ul corspunzător. Un dispozitiv periferic USB poate fi conectat și deconectat oricând fără a-i cauza defecțiuni.

Microcontrolerul Arduino are incorporat un port USB .....cablu .... care se conecteză la PC. Prin acest cablu Arduino nu doar că transmite date spre PC dar el este și alimentat la +5V nemaifiind nevoie de alimentare de la priză sau baterie. Într-o aplicație de genul acestui proiect, viteza transmiterii datelor este foarte importantă pentru a avea un sistem care tinde a fi un sistem în timp real.[20] USB 2.0 a apărut în 2001( fiind folosit și pentru acest proiect) și suportă următoarele lățimi de bandă:

-Low-speed – 1.5Mb/sec: pentru dispozitive precum mouse-uri, tastatură.

-Full-speed – 12Mb/sec

-High-speed – 480Mb/sec pentru dispozitive precum stick-uri, hard-uri externe, căști, imprimante.[21]

USB 3.0 a apărut în 2011, incorporând funcționalitățile lui USB 2.0 pe lângă magistrala SuperSpeed.Acesta are viteza de transfer a datelor de aproximativ 625Mb/s, iar USB 3.1(2014 – SuperSpeed+), ajunge la 2.5Gb/s.

* **Modulul Bluetooth HC-05**

Pentru a transmite date de la aplicația mobilă la apilcația desktop s-a folosit acest modul bluetooth conectat la Arduino Uno, ca și un intermediar. A fost aleasă calea Bluetooth pentru că majoritatea telefoanelor smart-phone moderne sunt dotate cu această tehnologie.

**Protocolul Bluetooth**

****Fig 3.9 Simbolul Bluetooth[img11]

Tehnologia wireless Bluetooh a fost dezvoltată in 1994 la Ericsson în Suedia. El a fost dezvoltat cu scopul de a elimina nevoia de conexiuni prin cablu la comunicarea între diferite dispozitive.În 1998 a fost formată SIG – Bluetooth Special Interest Group care a creeat Specificațiile Bluetooth IEEE 802.15. Acestea au standardizat dezvoltarea dispozitivelor care au bluetooth astfel încât acestea, chiar dacă sunt produse de producători diferiți să poată comunica între ele. Dispozitivele Bluetooth funcționează fără restricții pe banda de 2.400 GHz – 2.483 Ghz. Această bandă se numește ISM(Industrial,Science,Medical band). Dispozitivele Bluetooth folosesc o tehnică numită *frequency hopping* pentru a diviza datele transmise bucăți numite pachete. Transmițătorul și receptorul schimbă un pachet de date între ele la o frecvență și apoi se sare la altă frecvență pentru a transmite un alt pachet. [13]

Securitatea Bluetooth este complexă dar este transparentă și usor de implementat pentru utilizatori. Sunt folosite 3 tipuri de securitate:

-*autentificarea* : se verifică identitatea dispozitivului cu care se încearcă conectarea.

-*autorizarea* : după realizarea autentificării unul din dispozitivele Bluetooth garantează/autorizează un alt dispozitiv Bluetooth la un anume serviciu.

-*encriptarea* : transformă datele într-un format care poate fi citit doar de un dispozitiv care are aceeași cheie de encriptare.

Există o procedură de a creea o legătură între două dispozitive numită asociere (*pairing*)*,* care il scutește pe utilizator să refacă conexiunile de la 0 de fiecare dată când conectează două dispozitive Bluetooth[13]. Pentru acest proiect s-a realizat o asociere între telefon și modulul Bluetooh și acestea rămân asociate chiar dacă unul din ele se închide.



Fig 3.10 Modulul Bluetooth HC-05[img12]

HC-05(Fig. 3.10) este un modul Bluetooth ușor de folosit, proiectat pentru a putea fi configurat și conectat de către utilizator folosind anumite microcontrolere. El poate fi conectat și la un PC. Este un modul Bluetooth SPP(Serial Port Protocol) făcut pentru conexiune wireless serială. Față de modulul HC-06, HC-05 este mai versatil, el putând fi folosit atât ca și master, dar și ca și slave.

În Fig 3.10 se poate observa că HC-05 are 6 pini. Aceștia sunt:

**-** *VCC* : alimentarea la +5V.

*- GND* : conectarea la masă (Ground).

*- TDX* : UART\_TDX, pinul de transmitere serială Bluetooth. Se conectează la pinul RDX(Receive) al microcontrolerului sau al altor dispozitive.

-*RDX* : UART\_RDX, pinul de recepție serială Bluetooth a datelor. Se conectează la pinul TDX(Send) al microcontrolerului sau al altor dispozitive.

-*STATE* : Acest pin este conectat la LED-ul plăcuței și poate fi folosit ca și feedback pentru a verifica dacă Bluetooth-ul funcționează bine.

-*EN* : Enable/Key – Pinul este folosit pentru a comuta între Data Mode și comanda AT(attention). Modul implicit este Data mode.

Plăcuța mai are pe ea un LED care indică starea modulului:

- LED-ul pâlpâie o data la 2 secunde. Modulul este în modul Comandă.

-Pâlpâiri repetate: așteptarea conexiunii în modul Data

-LED-ul pâlpâie de două ori într-o secunda. Conexiune realizată cu succes în modul Data.

Modulul dispune și de un buton care este folosit pentru a controla manual pinul Key/Eneble(*EN*) pentru a comuta între modul Data și modul Comanda. **Modul Data** este modul în care HC-05 poate să transmită și să recepționeze date de la alt modul Bluetooth. **Modul Comanda(AT)** este modul în care setările implicite ale modulului pot fi configurate. [14]

<https://components101.com/wireless/hc-05-bluetooth-module> [15]

## 3.5 Android,Java și Android Studio



**3.5.1 Android**

După cum s-a menționat în capitolele de mai sus, o parte componentă a sistemul acestui proiect este aplicația mobilă prin care se transmit date de la smart-phone la Modulul Bluetooth conectat la Arduino.Tehnologiile care s-au folosit pentru realizarea acestei aplicații mobile au fost *Android, limbajul Java* și *Mediul Android Studio.*

Android este un sistem de operare dezvoltat de Google pentru în special dispozitive cu touchscreen precum telefoane mobile(smartphone) și tablete. Are la bază un Kernel de Linux. Interfața cu utilizatorul este bazată pe realizarea unor mișcări și gesturi care corespund cât de cât cu acțiuni din lumea reală(glisare,bătaie înceată,ciupit etc.). În plus Android mai este folosit și la televizoare, ceasuri, mașini ,notebook-uri, console de jocuri, camere digitale și alte dispozitive. În acest proiect s-a ales lucrul cu sistemul de operare Android pentru aplicația mobilă pentru că, după cum se menționează și în [16], Android este cel mai popular sistem de operare pentru telefoane din industria mobilă. Pe aproximativ 2 miliarde de dispozitive rulează Android.[16].

Android este un sistem open-source. Google a făcut codul pentru părțile low-level și pentru cele necesare să alimenteze dispozitivul electronic, dar a dat gratis Android pentru utilizatorii care doresc să scrie cod și să în continuare sistemul acesta.Există un framework întreg pentru aplicații pentru ca aplicații de terță parte să fie dezvoltate și instalate.Acest lucru reprezintă *Android Open Source Project.*

Pentru dezvoltarea aplicațiilor Android s-a folosit s-a folosit mediul de dezvoltare*Android Studio*, tool introdus de Google. Acesta este IDE-ul oficial pentru programarea aplicațiilor Android. Acesta poate fi descărcat de pe internet și include tot ce trebuie pentru a putea începe crearea aplicațiilor. Sunt incluse: *kit-ul de dezvoltare software(****SDK)*** cu toate *bibliotecile Android necesare* precum și *simulatorul Android*. Acest simulator permite dezvoltatorului să testeze aplicația fără să aibe nevoie de un dispozitiv real cu sistemul Android. Google lansează aproape în fiecare an o nouă versiune de Android pentru a actualiza sistemul de operare și a repara erori. Deci fiecare versiune de Android are propriul ei *SDK*  pentru a putea construi aplicații care au ultimele funcționalități Android adăugate.[16]

-mai scriu de gradle

**3.5.2 Java**

În primii ani din anii 90 un grup de ingineri de la Sun Microsystems au avut viziunea că viitorul în tehnologie va fi legătura între dispozitive client digitale și calculatoare. Conduși de James Gosling echipa a dezvoltat un limbaj nou de programare revoluționar: Java (inițial Oak).Astăzi, Java stă în spatele multor aplicații și dispozitive care ne “alimentează” viața și tehnologia din viata de zi cu zi.De la telefoane mobile la alte dispositive de mână, jocuri, sisteme de navigație, soluții business, Java este pretutindeni. Este unul din cele mai populare limbaje de programare din industria IT.

Pentru a scrie un program în Java este nevoie de un software pentru a scrie codul. Acesta poate fi un compilator Java sau un IDE(Integrated Development Environement) precum: Eclipse, InteliJ Idea, Android Studio și altele. Sunt numite Javac. În acest proiect s-au folosit *Android Studio* și *compilatorul Java.* Codul sursă Java scris în Android Studio e transmis într-un fișier *project.class.* Acest fișier va fi transferat JRE-ului(*Java Runtime Environement*). JRE are o parte numită Class Loader care primește acest fisier .class și motorul de execuție (*Execution Engine*), care este parte din JRE îl execută. Aceste acțiuni se pot vedea în figura Fig.3.10



Fig 3.11 Fluxul de lucru a unui program Java[img13]

O parte principală în a crea și a exectua un program scris în Java îl reprezintă JDK(*Java Development Kit*). Acest software include partea care rulează și scrie codul apoi trimite rezultatul spre sistemul de operare. JDK include o mașină virtuală Java(*JVM*). JVM permite calculatorului să ruleze programe Java, dar și alte programe în alte limbaje care sunt compilate în codul masină Java. Acest cod masină(din fișierul .class) este rezultatul compilării cu compilatorul Javac. Ceea ce reprezintă un mare avantaj a limbajului Java și al *JVM*  este următorul: chiar dacă fiecare sistem de operare are o JVM diferită, rezultatul produs după execuția codului mașină este același în cadrul tutror sistemelor de operare.

## 3.6 Testarea

Pentru ca un produs software să fie de succes, testarea software are un rol esențial în acest lucru. În majoritatea cazurilor, în dezvoltarea produselor software în producție, există echipe special concepute pentru a realiza testarea produselor. Cu cât produsul este mai complex, cu cât are mai multe componente și legărui mai multe între acestea, cu cât codul lui este mai complex, cu atât testarea trebuie să fie mai solidă și de calitate. Acest proiect fiind dezvoltat doar de o persoană și fiind un proiect mai mic, față de cele existente pe piață, testarea lui nu a constituit un proces foarte elaborat. Cele mai multe teste au fost cele unitare și testele de dezvoltator(testele manuale).

**Testarea Manuală**

Testarea manuală este cea mai bună cale de a găsi erori în cod nou scris. Acestea pot fi executate pe loc după fiecare nouă funcționalitate adăugată. Dar pe măsură ce aplicația devine mai complexă și are tot mai multe funcționalități, testarea manuală devine tot mai costisitoare din punct de vedere al timpului și al efortului depus. De asemenea, rerularea testelor este costisitoare. În mod normla se testează doar ultimele funcționalități adăugate, testele manuale mai vechi neputând fi păstrate. Unul din scopurile testelor unitare este acela de a proteja împotriva regresiilor și anume a ținea codul stabil în timp ce se lucrează la el. Ele nu sunt ca și testele de sistem. Testele unitare rulează pe un server și nu sunt legate neaparat de cerințe. [22]

Testarea unitară este o modalitate de testare prin care scriu un set de teste prin care se testează anumite unități de cod și anumite module din acestea. În literatura software, o unitate reprezintă cea mai mică colecție/parte de cod care poate fi testată. Această unitate poate fi văzută ca și o procedură sau o funcție din programarea funcțională sau o clasă sau interfață în programarea orientată pe obiecte. Testarea unitară e unul din nivelele testare ca ajută la a completa testarea unui sistem. Ea este văzută ca și o *testare “white box”.* Se bazează mai mult pe testarea codului ca și implementare nu neaparat ținând cont de cerințele după care codul a fost scris. [23]

Testarea unitară este importantă pentru că este foarte ineficient ca un sistem să fie testat doar ca o cutie neagră (*testare “black box”*). Acest tip de testare vizează mai mult comportamen-

tul sistemului și nu verificarea codului.

## 3.7 Imagini(empty)

- CURS TM

## 3.8 Standarde din IT(empty)

-CARTE STANDARDE BIBLIOTECA

EMAILS: **SMTP**

Sursa Cod :

<https://stackoverflow.com/questions/1288718/how-to-delete-all-files-and-folders-in-a-directory>

https://www.youtube.com/watch?v=14O2Rv\_4tkA

# Capitolul 4.Specificațiile aplicației

Acest capitol urmărește modul în care au fost aplicate fundamentele teoretice prezentate în capitolul 3, în vederea realizării acestui proiect. Se vor urmării modalitățile practice de realizare a modelelor software și sistemul fizic. Se vor descrie interfețele dintre aplicația software și mediu(sistemele cu care aceasta comunică). Se va prezenta interacțiunea cu utilizatorul sau utilizatorii aplicației și sistemele cu care interacționează programul. Vor fi prezentate și perifericele calculatorului pe care rulează aplicația( care fac sau nu parte din sistemul aplicației).

## 4.1 Schema-bloc a sistemului.

**Descrierea aplicației**



Fig 4.1 Schema-bloc a sistemului – Arhitectura

În Figura 4.1 este prezentată schema-bloc a sistemului care stă la baza acestui proiect. În ea sunt descrise schematic cele 3 subsisteme care construiesc întregul aplicației( aplicația mobilă Android, aplicația Desktop PC și aplicația pe microcontrolerul Arduino). În această figură se poate vedea că entitatea centrală în acest sistem este aplicația Desktop – PC , ea fiind practic, nucleuul acestei aplicații. Aplicația Desktop este și cea mai complexă și este legată direct sau indirect(în cazul aplicației mobile) cu celelalte subsisteme și elemente din acest proiect. Utilizatorul sistemului poate folosi acest sisetem, după cum se vede în figură în mod direct și în mod indirect. În mod direct utilizatorul poate să folosească PC-ul pe care este instalată aplicația Desktop. În acest mod de folosire, celelalte două aplicații(mobilă și Arduino) pot să nu fie folosite, fără ca acest lucru să influențieze buna funcționare a aplicației în general. În mod indirect, utilizatorul poate să folosească o parte din funcționalitățile aplicației desktop pe canalul: aplicație mobilă – *bluetooth* – Arduino – *usb –* aplicație Desktop. Prin aplicația mobilă se pot trimite anumite comenzi de bază nefiind necesară prezența permanentă la laptop/PC, acest lucru facilitând mult folosirea acestui sistem.

În partea din stânga a Figurii 4.1 se află partea de afișare a capturilor/pozelor și de realizare a lor. Ea este alcătuită dintr-un dispozitiv de proiectare a pozelor(de obicei videoproiector sau un monitor/ecran). Aceste dispozitive sunt interpretate de aplicație ca și ecrane secundare. Conexiunea dintre laptop/PC și aceste dispozitive poate să fie HDMI, RS232 sau altă conexiune. Ca și loc de afișare a pozelor, lucru care de altfel nu ține de specificațiile aplicației, este o tablă(albă, după cum s-a specificat în capitolul 1 al acestei lucrări), dar și alte suprafețe(pereți, ecrane de proiecție videoproiector etc.). Pentru a realiza pozele se folosește un aparat foto sau o cameră web conectată la PC.

În partea de jos în Fig. 4.1 se află reprezentată partea din aplicație care are legătură cu internetul. Aceasta este trimiterea pozelor facute prin aplicație, care au fost salvate, la anumite adrese de email(de exemplu elevilor prezenți la respectiva oră). Acest lucru se poate realiza doar de pe aplicația Desktop, iar protocolul folosit pentru transmitere este SMTP(Simple Mail Transfer Protocol).

Aplicația aceasta este concepută pentru a fi folosită la predarea cursurilor și la alte ore(semniarii, laboratoare) de către cadrel didactice și elevi. Cu ajutorul ei se fac poze tablei pe care se scrie pentru a le putea salva, edita(mărite, micșorate, rotite stânga-dreapta, luminozitate, contrast, decupate) și afișa pe un ecran secundar sau ecran de proiecție). Camera cu care se iau capturile poate sa fie foto( folosindu-se capturile în direct – *tetherd shooting*), video sau webcam( capturile reprezentând cadre din filmare). Pentru a fi ușor și rapid de folosit, multe din comenzile aplicației se pot realiza din taste.Pentru funcționalități mai avansate precum decuparea pozelor, modificarea contrastului și a luminozității, salvarea și distribuirea pozelor prin Email, este nevoie de utilizarea și a mouse-ului și tastaturii. Dar în mare parte, funcționalitățile necesare suportului predării unui curs/laborator/seminar pot fi accesate prin butoane de la tastatură. Pentru a putea controla de la distanță acest sistem, lucru de folos de altfel, se poate conecta la PC prin USB modulul Arduino( cu Bluetooth).Arduino va prelua date prin Bluetooth de la aplicația mobilă Android. Aplicația mobilă Android integrează comenzi pentru cele mai importante funcționalități ale acestui sistem, in general cele prin care pot fi folosite și prin folosirea tastelor PC-ului.

## 4.2 Funcțiile sistemului

**Funcțiile aplicației Desktop**

Aplicația Desktop are cele mai multe și complexe funcționalități:

* **Conectarea la camera foto/video** – funcționalitate esențială pentru funcționarea acestui sistem, aplicația desktop are un algoritm de căutare a dispozitivelor (*imaging devices*) și permite utilizatorului să aleagă dispozitivul dorit. De asemenea se poate selecta dintr-o listă de rezoluții suportate de camera respectivă.
* **Stocarea pozelor –** odată ce o poză este realizată, ea poate fi salvată inițial într-o zonă temporară iar apoi pozele se pot salva local pe hard-disc.
* **Proiectare și derulare poze –** pozele realizate și salvate temporar pot fi proiectate pe un ecran secundar( monitor , TV, videoproiector).
* **Manipularea pozelor pe ecranul secundar –** aplicația dispune de comenzi de la butoane pentru: a roti poza în ambele direcții, a deplasa-o în cele 4 direcții, a mări/micșora poza și pentru a afișa ecranul negru.
* **Decupare poze –** cu mouse-ul se pot decupa( *crop*) pozele și astfel o nouă poză este creată
* **Comunicare cu portul serial(Arduino – Aplicație mobilă) –** aplicația Desktop poate primi comenzi de la aplicația mobilă. Acestea sunt primite prin portul serial(USB) și prin ele sunt accesate funcționalitățile principale ale aplicației.
* **Distribuire poze –** pozele realizate pot fi distribuite unei liste de email-uri.

**Funcțiile aplicației Arduino**

Aplicația Arduino are un rol de intermediar în acest sistem. Ea are în principal 2 funcții:

* **Comunicare Bluetooth –** preluarea informațiilor de la aplicația mobilă folosind modului atașat și protocolul Bluetooh
* **Comunicare Seriala(USB) –** datele primite prin Bluetooth sunt transmise mai departe nemodificate spre aplicația Desktop folosind portul serial cu protocolul USB

**Funcțiile aplicației mobile**

Aplicația mobilă are funcționalități puține și destul de simpliste:

* **Conectarea cu alte dispositive Bluetooth –** telefonul mobil poate căuta alte dispozitive Bluetooh și poate forma pereche ce acestea pentru schimb de informații
* **Control asupra funcțiilor aplicației Desktop –** prin aplicația mobila se pot trimite comenzi spre aplicația Desktop pe calea: dispozitiv Smart – Bluetooth – Arduino – USB – PC

## 4.3 Interfața cu utilizatorul

În acest paragraf vor fi prezentate principalele interfețe cu utilizatorul din aplicația Deskop și din aplicația mobilă.

**Interfața aplicației Desktop**

Aplicația desktop este împărțită în două interfețe princpale. Una este partea de afișare a pozelor(care de fapt este o fereastră care se deschide pe ecranul secundar), iar cealaltă este interfața cu care interacționează utilizatorul direct. Cu partea de afișare, utilizatorul nu are interacțiune directă, ea fiind doar rezultatul acțiunilor făcute din interfața principală sau din aplicația mobilă. În ceea ce urmează se vor prezenta interfețele(meniurile și ferestrele) din apicația Desktop.

Ca orice aplicație Desktop care se vrea a fi o aplicație decentă și care are anumită prezentare corespunzătoare, această aplicație pornesțte cu un ecran de prezentare(*splah screen*) – Figura 4.2 - cu numele aplicației și o bară de progres.



Fig. 4.2 Ecranul de introducere

După acest ecran inițial, se va deschide interfața principală(“Main Tab”), după cum se vede și în Figura 4.3.



Fig. 4.3 Interfața principală – *MainTab*

Aplicația Desktop are 3 file vizibile inițial(sau interfețe). Prima filă – *MainTab –* este prezentată în Figura 4.4 împreună cu ecranul secundar.



Fig. 4.4 Interfața principală completă

După cum se vede în Figura 4.3 și 4.4, prima filă are principalele funcții ale aplicației. De aici se poate selecta modul de lucru : modul captură( în care se fac capturi prin camera foto), modul afișare(prin care se caută poze în PC care să fie afișate) și modul decupare a pozelor. Pentru o utilizare rapidă și usoară sunt trecute toate comenzile din taste, unele fiind disponibile și din interfață. Pozele realizate sunt afișate mai jos iar în partea dreaptă sunt două locuri pentru imaginea live de la cameră și pentru imaginea curentă. Doar imaginea curentă se poate afișa pe ecranul secundar după cum se vede și în ecranul din partea stângă din figură. În partea de jos se poate selecta numărul de grade de rotație a pozei și se afișează starea de conectare a aplicației mobile la cea Desktop.

Apoi, a doua filă este prezentată Figura 4.5 și aceasta este interfața de editare a luminozității și a contrastului. Imaginea curentă din prima interfață este prezentă și aici și utilizatorul poate modifica luminozitatea și contrastul, iar apoi poate salva sau nu aceste modificari. Daca sunt salvate, ele sunt transferate în imaginea curentă( nu cea de pe ecranul secundar, încă).



Fig. 4.5 Interfața de editare a luminozității + contrast

Următoarea filă(din Figura 4.6) este cea în care se poate realiza conexiunea cu aplicația Android prin USB, asftel putând primi date de la aplicația mobilă. De asemenea ea mai are o parte în care se poate edita imaginea curentă în alte feluri decât cele folosite cu tehnologia WPF și Canvas. Această parte este una secundară fiind una din modalitățile în care s-a încercat modificarea poziției imaginilor, rotirea lor și micșorarea sau mărirea acestora. În interfață se pot vedea dispozitivele USB găsite și detalii despre acestea. De asemenea lângă aceasta, se pot vedea și mesajele, în timp real, care vin de la dispozitivul selectat. Daca conexiunea s-a realizat cu succes, utilizatorul v-a fi anunțat, iar în *MainTab*  se va afișa printr-un mesaj permanent starea conexiunii.

O altă interfață(Figura 4.7) din această aplicație este cea prin care în modul de lucru: *Display Mode*  se caută în PC imagini care să fie încărcate în aplicație. În această interfață utilizatorul trebuie să selecteze un folder unde programul va căuta toate pozele cu o anumită extensie și le va deschide în controlul din stânga jos.



Fig. 4.6 Interfața de conexiune cu aplicația mobilă

Fig. 4.7 Interfață importare poze Fig. 4.8 Interfață importare poze

Pentru funcționalitatea de distribuit pozele făcute unei anumite liste de emailuri, s-a realizat interfața din Figura 4.8. Aceasta se deschide la apăsarea butonului “*SendPictures- Email”*

din interfața principală.

**Interfața aplicației mobile**

Aplicația mobilă are o interfață foarte simplă și intuitivă pentru utilizator. Ea având rolul unei telecomenzi, dispunde de multe butoane și de un spațiu text pentru introducerea numărului de grade de rotatie. În Figura 4.9 se poate vedea interfața cu numeroasele butoane, iar în Figura4.10 este mesajul de solicitare a activării conexiunii Bluetooth. Acesta apare atunci când utilizatorul pornește aplicația fără ca să aibă o conexiune Bluetooth pornită. Această interfață mai cuprinde și câteva mesaje de eroare atunci când conexinea nu s-a realizat cu succes sau dispozitivul perehce s-a deconectat.

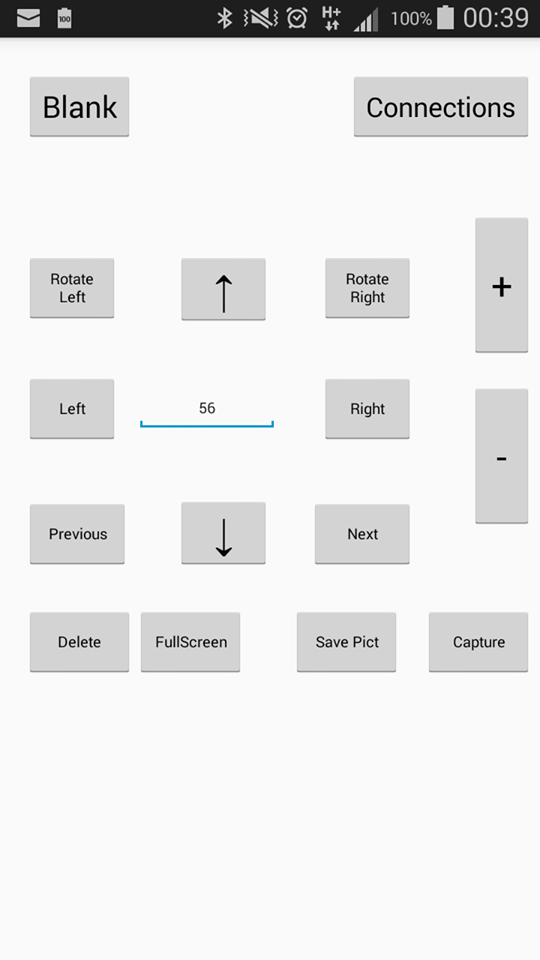
 

Fig. 4.9 Interfață aplicației mobile Fig. 4.10 Mesaj solicitare conexiune Bluetooth

## 4.4 Structuri de baze de date și fișiere

În acest proiect partea de baze de date și fișiere nu are o asa mare relevanță, el putând funcționa destul de bine și fără acestea. Părțile din aplicație care depind de anumite fișiere stocate local(pe post de baze de date) sunt: lucrul în Modul Afișare(*Display Mode*) și distribuirea fișierelor salvate prin email.

Lucrul în *Display Mode*  presupune ca utilizatorul să caute anumite foldere din PC unde se găsesc poze care se vor deschide în interfața principală. Acest mod de lucru este util atunci când nu se doreștea neaparat să realizeze capturi prin camera foto, ci doar să se deschidă capturi deja salvate înainte pe PC sau alte capturi/poze. Pozele trebuie să aibă un anumit format( JPEG, PNG etc) specificat de dezvoltatorul aplicației.

Pentru partea de distribuire a pozelor, lucrurile stau în felul următor. Utilizatorul aplicației poate să distribuie unei liste de emailuri pozele salvate temporar în aplicație. Acestea trebuiesc prima dată salvate într-o anumită locație pe disc. Trimiterea email-ului se poate face doar dacă pozele au fost salvate pe disc. La salvarea lor se crează automat o arhivă(care conține aceste poze) într-o locație specificată, iar această arhivă va fi trimisă va fi distribuită listei resppective.

## 4.5 Baza materială necesară realizării/testării sistemului

Sistemul din acest proiect este aclătuit din 3 subsisteme, după cum s-a menționat și mai sus( aplicația Desktop cu camera foto, aplicația pe microcontrolerul Arduino și aplicația mobilă). Aplicația pe microcontrolerul Arduino presupune o parte fizică, deci este subsistemul hardware al acestei aplicații. De asemenea o altă parte care poate fi considerată ca și hardware este ansamblul format din camera foto și ecranul secundar care sunt conectate la aplicația desktop.

Pentru acest sistem s-a ales microcontrolerul Arduino Uno, prezentat pe scurt și în capitolul 2, acesta având conectat la pinii lui un modul Bluetooh HC-05. Alte materiale care au fost folosite la acest subsistem au fost rezistoare pentru conectarea modulului Bluetooth și un cablu USB pentru legarea microcontrolerului la PC. De asemenea s-a utilizat și un breadboard pentru o mai ușoară conectare a modului Bluetooth cu Arduino.

Camerele foto folosite sunt legate la PC prin USB și pot să fie camere foto digitale, DSLR( cu funcționalitatea de capturi în timp real), dar și camere web sau alte camere video de la care pot fi colectate cadre. Pentru partea de proiectare, în special pentru acest proiect și pentru cum va fie el folosit se va folosi un videoproiector conectate la PC. Dar se pot folosi și monitoare sau ecrane secundare, după caz. Testarea sistemului prin aceste echipamente s-a realizat in felul următor. S-au făcut toate conexiunile necesare:

* modulul Bluetooth a fost conectat la microcontrolerul Arduino cu ajutorul unui breadboard, a conectorilor și a unor rezistențe. Acesta este concecatat prin cablul USB la laptop/PC
* camera foto(web/digitală) este conectată la PC împreună cu ecranul secundar
* pentru a vedea dacă Arduino Uno funcționează și primește date de la aplicația mobilă, este folosit monitorul serial(*Serial monitor*) din Arduino IDE.

În figura 4.11 se pot vedea laptopul, camera web și subsistemul cu Arduino uno ce s-au folosit la aplicație



Fig 4.11 Baza de materiale folosite

# Capitolul 5. Proiectarea Aplicației

În acest capitol se va urmări în principal descrierea implementării acestui sistem( alcătuit din cele 3 aplicații) și metodele de implementare folosite. Se vor descrie, în special pentru aplicația Desktop, diferitele elemente componente ale programului, entități și algoritmi folosiți.

## 5.1 Arhitectura.Descrierea componentelor și a comunicării între ele

Schema-bloc pe care se bazează și arhitectura întregului sistem a fost prezentată și descrisă în capitolul 4, subcapitolul 4.1 în Figura 4.1. Aici se poate vedea întregul sistem si legăturile dintre componente. În acest capitol vor fi analizate si descrise cu un nivel mai inferior, componentele subsitemelor. Pentru că aplicația Dekstop este componenta centrală în acest sistem

se va baza pe această aplicație .



Fig. 5.1 Arhitectura aplicației desktop

În Figura 5.1 este prezentată arhitectura aplicaței desktop. Ea cuprinde anumite componente principale: ferestrele Windows Forms și WPF, în cadrul cărora sunt folosite alte componente sau algoritmi. Legăturile dintre acestea vor fi descrise mai târziu. În cadrul componentei *Fereastra principală* se realizează toate conexiunile dintre componente. Aplicația pornește cu Ecranul de Introducere după care se deschide fereastra principală. În codul din spatele ferestrei principale sunt definite toate evenimentele pe baza căruia rulează această aplicație. După cum s-a menționat și în capitolul 2 această aplicație s-a realizat pe baza paradigmei programării orientate pe evenimente. Astfel, când anumite evenimente se declanșează ( click de mouse, tastă apăsată, timp scurs, primire informații prin portul serial etc.) este exectutată o parte de cod numită manipulator de evenimente(*event handlers*).

În aceste evenimente sunt apelate anumite componente și algoritmi definiți în soluția proiectului. În partea stângă a figurii se poate vedea o parte cu anumiți algoritmi. Aceștia sunt apelați din evenimente și fac parte sau nu din aceeași clasă a ferestrei principale. Pentru a fi mai ușor de înteles și pentru a respecta unele principii din programarea orientată pe obiecte, unii algoritmi au fost scriși în clase specializate. Algoritmi precum decuparea pozelor , conversia din formatul Bitmap la Base64 și invers, clonarea pozelor, sunt scriși ca metode statice sau nu a unor clase separate.

O altă componentă importantă a aplicației este comunicarea serială care se realizează prin USB cu microcontrolerul Arduino Uno. Acest lucru se realizează în mod asincron, fără ca interfața principala(GUI) să fie afectată/blocată. Acest lucru se realizează cu ajutorul unor funcții speciale numite *delegate*. Când datele sunt primite de la portul serial, prin delegate se apelează o funcție de *callback.*

Pentru partea de lucru cu fișiere(pe post de bază de date), o altă componentă din aplicație este cea de importare și exportare a pozelor. Această componentă poate să aibă și o legătură cu partea de distribuire a pozelor prin email, deoarece pozele salvate(exportate pe disc) vor fi cele care vor fi arhivate de către aplicație, și apoi trimise prin email prin protocolul SMTP. Pentru această parte de trimitere a unui email este definită o nouă componentă în soluția aceasta. Este vorba despre o fereastră unde utilizatorul își va introduce datele sale(email și parolă – expeditor) și va trimite arhiva respectivă unei liste de emailuri. Tot utilizatorul crează această listă de emailuri

În partea dreaptă a Figurii 5.1 se poate vedea partea ce include ecranul secundar. Ecranul secundar este pentru program locul unde afișează la început ecranul negru(*blank screen*), iar apoi sunt afișate pozele care pot fi manipulate pe acest ecran. Pentru că pozele se realizează în spatele ferestrei principale(Windwos Forms) și acestea trebuie să fie afișate pe tehnologia mai nouă(WPF – Windows presentation foundation), imaginile trebuie să fie convertite. S-a ales modul de lucru cu WPF, pentru că WPF dispune de o tehnologie numită Canvas. Canvas( din spațiul de nume *System.Windows.Controls*) reprezintă o zonă în care se pot poziționa elemente copil întrun control –părinte, folosindu-se coordonaltele relative la zina Canvas. Cu Canvas se poate deplasa o fotografie, mări, micșora pe întreg ecranul secundar. După cum s-a spus mai sus, ca o poză să poată fi preluată de WPF- Canvas, ea trebuie convertită.[24]

Pentru această conversie, pozele din Windows Forms trebuie convertite din formatul *Image* la formatul *Base64String*, iar apoi convertite din *Base64String* la formatul *BitmapSource* compatibil pentru WPF. Această conversie este realizată într-o componentă separată din soluția proiectului, iar o instanță din WPF va fi folosită în fereastra principală. Deci se poate vorbi despre o asociere 1 la 1. Acțiunile realizate de WPF sunt : afișarea imaginilor(incluzând ecranul negru) și manipularea acestora , prin comenzi care vin de la componenta Windows Forms. Prin manipulare se întelege: mărire, micșorare, rotire în ambele sensuri, deplasare sus, jos, stânga, dreapta a pozelor primite.



Fig 5.2 Componente aplicație Android

În figura 5.2 este descrisă arhitectura aplicației mobile și comunicarea cu anumite elemente. Aplicația fiind una simplă, ea are o singură fațadă(*layout*) și o clasă principală MainActivity.java. Intrarea în acest subsistem este reprezentată de către comenzile date de către utilizator aplicației care sunt interpretate ca si evenimente. Evenimentele acestea sunt tratate prin funcții speciale, manipulatoare de evenimente. Acestea sunt scrise în clasa MainActivity alături de legăturile dintre GUI și evenimente. Tot aici se realizează și transmiterea comenzilor mai departe, sub formă de șiruri de caractere, prin bluetooth spre Arduino. Deci, în mare parte, și în aplicația mobilă este folosită paradigma programării orientate pe evenimet.

Componenta de program Arduino are doar un rol de intermediar. Ea preia șirul de caractere în care este prezentă comanda de la aplicația mobilă, și îl transmite spre prin USB spre aplicația Desktop.

## 5.2. Cablaje, desene de echipare, alocarea la pinii conectorilor

În Figura 5.3 este prezentată schema electrică a subsistemului care alcătuit de modulul Arduino Uno. Aceasta cuprinde și cablajele și alocarea pinilor și rezistențele. Acest subsistem este alcătuit din microcontrolerului Arduino Uno și modulul Bluetooth, prezentate în capitolul 2. Pentru conectarea modulului Bluetooth la Arduino s-au folosit cabluri mamă-tată și mamă-mamă. Cablajul s-a facut astfel:

* pinul RDX de la Bluetooth s-a conectat la pinul 4 de la Arduino(cablul albastru)printr-o rezistență de 1 kΩ.Tot din acest cablu este conectat printr-o rezistență de 2 kΩ la masa(Ground).
* pinul TDX de la Bluetooth s-a conectat la pinul 2 de la Arduino(cablul verde).
* pinul GND –Bluetooth, reprezintă pinul pentru masă și este conectat la pinul GND al Arduino Uno(firul negru).
* pinul VCC – Bluetooth reprezintă pinul pentru alimentarea cu tensiune a modulului Bluetooth. Este legat prin firul roșu la pinul cu alimentare VCC al Arduino Uno.

Modulul Arduino este alimentat prin USB de la PC pentru, și tot prin USB este calea de ieșire din acest subsistem. Prin USB se transmit datele spre PC. Intrarea în subsistem o reprezintă datele primite de la aplicația mobilă, recepționate de modulul Bluetooth HC-05.



Figura 5.3 Schema electrică a modulului Arduino Uno

# Capitolul 6. Utilizarea sistemului

În acest capitol va fi prezentat modul de utilizare a aplicației. Deoarece aplicația poate să fie folosită în mai multe feluri, se va căuta o generalizare a modului de folosire, lăsând la atitudinea utilizatorului detaliile de utilizare.

**Instalarea Sistemului. Echipamente necesare**

În primul rând, trebuie să fie instalate toate elementele hardware. Pentru aceasta este nevoie de :

- microcontrolerul Arduino Uno cu modulul Bluetooth HC-05. Conexiunile între Ardui-

no și modulul Bluetooth trebuiesc realizate așa cum s-a prezentat în capitolul 5.2(Figura 5.3). Pentru aceste conexiuni este necesară conectarea cu ajutorul unor conectori tată-mamă și mamă-mamă. De asemenea este nevoie de rezistori de diferite valori, dar care împreună, înseriate să alcătuiască un rezistor de 1 kΩ și altul de 2 kΩ.

- cablu standard USB(Type-B) pentru conectarea plăcuței Arduino Uno la laptop/PC.Cablu HDMI în caz că se folosește un televizor

- un telefon (smart-phone), cu sistemul de operare Android, cu acces la internet pentru instalarea aplicației și cu conexiune Bluetooth

- o cameră foto, video sau web cu posibilitatea de a se realiza capturi în direct cu ea(sau să fie recunoscută ca un : *Imaging Device*

- un ecran secundar: în funcție de cum se dorește a fi folosit sistemul, acest ecran secundar poate să fie ori un videoproiector, un monitor sau un televizor.

- un PC(laptop sau dekstop pc) pe care rulează Windows, cu 1 port USB disponibil( 2 porturi sunt recomandate în caz că dispozitivul foto se conecteaza prin cablu USB).

- alte echipamente opționale în funcție de locul în care este folosit sistemul: suport aparat foto, suport videoproiector, prelungitoare cablu USB.

Pentru instalarea aplicației Desktop se va deschide pachetul de instalare și se va instala aplicația. Înainte de deschiderea aplicației se va conecta camera foto/web și ecranul secundar la PC. Dacă ecranul secundar nu este conectat, afișarea se va face implicit pe cel principal.

**Pornirea sistemului. Setările inițiale**

După ce s-au realizat toate conexiunile( aproximativ ca în Figura 4.10), se poate porni aplicația Desktop. Arduino este pornit deja, pentru că este alimentat prin USB și pornește automat, rulând programul încărcat pe el în buclă infinită. Sistemul se poate folosi și în varianta aplicație Desktop + camera foto + ecran secundar, ceea ce implică prezența aproape peramanentă a utilizatorului la PC. În acest caz se vor urma doar instrucțiunile legate de această aplicație, camera foto și de ecranul secundar.

Pentru a putea folosi sistemul, trebuie făcute câteva setări inițiale foarte simple. Aplicația Destkop poate fi folosită în modul captură( *Capture Mode*) sau afișare(*Display mode*). În cele ce urmează se va prezenta lucrul în *Capture Mode.* În mare pare, interfața aplicației Desktop a fost prezentată în capitolul 4 în Figurile 4.3, 4.4, 4.5. Acum se va prezenta modul și modul de lucru cu acestea. Din Figura 6.1 se poate vedea că pentru a lucra în modul *Capture Mode* trebuie selectat *Combo Box-ul* Capture Mode. Dacă o cameră foto compatibilă s-a conectat la PC la *Supported Cameras* ar trebui să apară dispozitibul respectiv. In acest caz:   
“Integrated Camera”. Apoi trebuie selectat modul camerei(*Supported Modes*) după care se selectează butonul *Play* pentru a porni transmisia imaginilor. Apoi în spațiul *Live Camera* va apărea transmisia live de la cameră.

# 

Figura 6.1 Setări inițiale,MainTab aplicație Desktop

Dacă se dorește ca aplicația să fie utilzată de la distanță, înainte de a da *Play*, se va realiza conectarea aplicaiei la portul serial(USB) de la care vor veni datele de la aplicația mobilă. Mesajul din josul ferestrei “Phone Connection –Not available”. Pentru aceasta se merge la fereastra *Phone Connection*.



Figura 6.2 Conectarea la portul serial

În Figura 6.2 se află fila/fereastradin care se face conexiunea cu aplicația mobilă. De la *Serial Port* se ba selecta “Bluetooth Telefon” și se va apăsa connect și dacă conexiunea s-a realizat cu succes, se va afișa un mesajul din dreapta imaginii.

# Capitolul 7. Concluzii(empty)

# Capitolul 8. Bibliografie(empty)

**Ciorna**

3.1.5 WPF, Forms

3.1.6-biblioteci folosite: Aforge , OpenCV

3.2 Arduino cu c ++

3.3 Android Studio si Java

3.4 Partea Hardware : Bluetooth]

3.5 Comunicare intre componente

3.6 Testare

Software - > rezolva probleme din lumea reala . Face viata mai usoar ..Aduce solutii pentru probleme .Imbunatateste modul de lucru

-inlocuire bb cu wb

-contrast schimbat , reflexii (lucesc)

-grosimi de linii ->amfiteatre mari

-grosime greta :1 cm ...marker : 3-4 mm

- variatie gorsimi de linie : pe marker nu trebuie

-Stergerea : aici intervine aplicatia mea .

- in desen de arhitectura ..trag linie ,dau cu burete uscat si ramane in partea din spate urma si apoi fac varianta 2 (pe langa , peste) si apoi 3 si 4 ( in arhitectura se lucreaza mult cu variante) .Partea de calc -> sa pun un desen mai palid pe talbal . Sa pot sa il micsorez sau maresc (am o cladire -. Sa detaliez casa ) . Rotirea planului : N in sus (clasic ) ..dar cand se detaliaza cladirea , poza trebuie rotita

-pe white board – l-am sters ..RIP – nu mai pot lucra cu variante

-in predare : pauze de copiat de pe tabla , elevii intreaba ce fost inainte pe tabla .Se inghiesuie pe tabla tot cursul.

-A se face pdf cu tablele din cursul X si sa se trimita pe mail

-La predare ... profesorul foloseste app de pe calculator

-Camera obturata -> jaluzele

-proiectare imagine Negru

FOLOSIRE : Prezentare Teme ale elevilor , ei vin cu solutii foarte variate au mai multi acceeasi greseala. Trebuie tinut un curs cu PDF( Alt + Tab -> schimb de la pdf la aplicatie) nu stimultan

Aplicatia trebuie sa nu necestie lucru mare de precizie ( ca sa nu se intrerupa cursul

- architecture and design

**Bibliografie**



...pag 749

-Carte Berian : [2]

-https://en.wikipedia.org/wiki/.NET\_Framework[3]

[4] ..carte .Net Framework 4.6

[https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft\_Visual\_Studio [5](https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio%20%5b5)]

[6] C# 7.0 book all in one for dummies

[7] Pro C# 7

[8] [https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/migration-guide/versions-and-dependencies (nuu](https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/framework/migration-guide/versions-and-dependencies%20(nuu) am scris de aici)

[8]Event –based programming

[9] <https://en.wikipedia.org/wiki/Event-driven_programming>

[10] <http://www.aforgenet.com/framework/>

[11] <http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page>

[12] https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf

[13] Bluetooth wireless technology basics –HP

<http://www.hp.com/ctg/Manual/c00186949.pdf>

[14] <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>

[15] <https://components101.com/wireless/hc-05-bluetooth-module>

[16]Android ProgrammingCOOKBOOK – CHRYSSA ALIFERI

**[17**] Java Fundamentals for Android Developmenet – Android ATC Teeam , 2017

<http://enos.itcollege.ee/~jpoial/allalaadimised/reading/Android-Programming-Cookbook.pdf>

[18]<http://python.cs.southern.edu/cppbook/progcpp.pdf> - Carte C++

**[20] USB Complete – Jan Axelson 2005**

**[21] USB 3.0 Technology Donovan Anderson, Jay Trodden , 2013**

[22] <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/msp-n-p/jj159335(v=pandp.10)>

[23] <http://condor.depaul.edu/sjost/hci430/documents/testing/UnitTesting.pdf> ---carte

- pentru a rezolva stringurile trimise prin serial …am pus \n la sfarsit

[24] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.windows.controls.canvas(v=vs.110).aspx>

**Imagini :**

[img1] Curs 1/Berian

[img2] <http://www.wilsonmar.com/msdotnet.htm>

[img3] Curs1/Berian

[img4] <http://offlinesoftwares.com/visual-studio-2017-offline-installer-iso-free-download/>

[img5] <https://honeycombsoft.com/Article/Detail/4>

[img 7] <https://www.slideshare.net/ashwiniawatare/event-oriented-programming>

[img 8] Carte

[img 9] <https://www.google.ro/search?biw=1280&bih=893&tbm=isch&sa=1&ei=a9L7Wtu_H5SjmwXP2ILABQ&q=opencv+architecture&oq=OpenCV+architec&gs_l=img.3.0.0i19k1l2.9555.11066.0.11901.9.6.0.3.3.0.140.383.0j3.3.0....0...1c.1.64.img..3.6.404....0.4-hQfthNgbg#imgrc=mbENGINorYG7QM>

[img 10] <https://www.google.ro/search?q=arduino+uno&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjf8_2MzorbAhXLtxQKHR4jDgwQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1280&bih=893#imgrc=5fhM55F_QIl56M>:

<https://www.google.ro/search?q=arduino+uno&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjf8_2MzorbAhXLtxQKHR4jDgwQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1280&bih=893#imgrc=tyWNFG6xZWQw5M>:

[img11]

[img12] <https://www.google.ro/search?q=bluetooth+hc-05&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwii04OMz43bAhVHjqQKHbOrBxwQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1280&bih=844#imgrc=XvoZOa-UoXBIJM>:

[img13] luata din [17]

[img14]