

Mokslo, inovacijų ir technologijų agentūra

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

„E! 5367 BIOMETRIJA, IDENTIFIKAVIMAS IR TECHNOLOGINIS SAUGUMAS  
ELEKTRONINIŲ PASLAUGŲ VERSLE“

BIOMET SECURITY

(POVEIKLĖS NR. 1.2.1.18.)

(sutartis 2011 m. rugpjūčio 03 d. NR. VP1-3.1-ŠMM-06-V-01-003)

**ATASKAITA**

Prof. habil. Dr. Antanas Čenys

Vilnius

2013

## **Projekto partneriai**

UAB „NSOFT“, LUKAS RADVILAVIČIUS. ŽALGIRIO G. 88A, VILNIUS, LIETUVA,  
+67065510655, +370 5 2753433, [LUKAS@NSOFT.LT](mailto:LUKAS@NSOFT.LT)

DEVCOM SPOL.S R.O., LUBOS JELINEK. PELUŠKOVÁ 1402,19800 PRAHA 9 - KYJE, CZECH  
REPUBLIC. TEL: +420 284 860 938; EMAIL: [INFO@DEVCOM.CZ](mailto:INFO@DEVCOM.CZ)

## Projekto vykdytojas ir darbo grupė

Eil. Nr.	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, Vardas, pavardė	Pareigybė „Eureka“ projekte
<b>1</b>	Prof. habil. dr. Antanas Čenys	Vyriausiasis mokslo darbuotojas, mokslininkas
<b>2</b>	Doktorantas Tomas Grigalis	Mokslo darbuotojas, tyrėjas

## **Projekto santrauka**

EUREKA projektas „Biometrija, identifikavimas ir technologinis saugumas elektroninių paslaugų versle“ buvo atliekamas biometrijos srityje, akies rainelės atpažinimo metodų galimybių ribose, kurios turėjo atitikti poreikius, taikomus praėjimo kontrolės elektroninių paslaugų srityje. Dėl savo specifinių poreikių (atsparumo vandeniui, apnašoms, aukščio kontrolės, skanavimo greičio, kūno pokyčio nuo temperatūros, fizinio krūvio ir kt.) paslaugų verslo srityje, buvo atrinkti atitinkami metodai ir juos galinčios naudoti technologijos. Projekto metu atlikta metodų mokslinė analizė, metodų klasifikavimas pagal poreikius, prototipo sukūrimas ir kiti darbai reikalingi uždaviniams įgyvendinti. Taip pat projekto metu buvo atlikta rinkos analizė, taip siekiant pasiruošti realaus produkto kūrimui ir viešinimo darbai. Sukurtas nuotoliniu būdu veikiantis akies rainelės nuskaitymo ir identifikavimo prototipas plačiai aprašytas Lietuvos žiniasklaidoje.

## Turinys

Įvadas .....	6
1. Esamos situacijos analizė.....	8
2. Akies rainelės atpažinimo procesas .....	10
2.1. Prototipo techninė įranga ir architektūra.....	11
2.1. Prototipą aptarnaujančios programinės įrangos veikimas.....	14
IŠVADOS .....	21
MTEP rezultatai .....	22
Literatūra.....	23

## Įvadas

Biometrika yra greitai besivystanti sritis, naudojama kartu su saugumo nuostatais daugybėje įstaigų visame pasaulyje. Gera biometrika yra tokia, kuri nekinta per laiką (stabilumas), yra unikali kiekvienam individui (išskirtinumas), turi savybes, kurios nėra apribotos tik tam tikrai žmonių klasei (prieinamumas), yra lengvai fiksuojama (pasiekiamumas). Ji neturi sukelti sunkumų individui, kurio biometriniai duomenys paimami (priimtinas ir neįkyrimo faktorius). Iš įvairių biometrių, kurios buvo tyrinėtos projekto pradžioje vykdyto etapuose, akies rainelės rašto atpažinimas sulaukė daugiausia populiarumo pastaraisiais metais.

Akies rainelės raštas yra unikalus kiekvienam individui, todėl metodas, pasirinktas šio projekto įgyvendinimui turi itin aukštus identifikavimo ir verifikavimo rodiklius literatūroje [1-4]. Be populiaraus Daugmano stiliaus metodo, kiti būdai atpažinimui yra kuriami remiantis Wildes [5] pasiūlytais būdais alternatyvių schemų akies rainelės segmentacijai, ypatybių išskyrimui ir tapatumo nustatymui. Be to, tapatumo nustatymas, remiantis daliniais akies rainelės raštais buvo tiriamas [6, 7].

Šio projekto tikslas buvo iširti pasirinktą biometrijos principu pagrįstą metodiką, pagal ją sukurti veikiantį prototipą, kurį būtų galima panaudoti elektroninių paslaugų, tapatybės nustatymo ir informacijos saugumo verslo procesų srityse. Pasiiekti šiam tikslui buvo išspręsti tokie uždaviniai:

- Atrinkti metodai, tinkami naudoti projekto tikslams;
- Iširtos biometrijos principu paremtos technologijos, kurios gali naudoti atrinktą metodą;
- Iširti teoriniai modeliai ir nustatytos jų fizinio pritaikomumo galimybės;
- Modeliavimo būdu sukurtas prototipas;
- Optimizuoti gauti rezultatai;
- Nustatytas produkto panaudojimo efektyvumas;
- Nustatytos produkto pritaikomumo ribos, atliktas rinkos tyrimas.

Vykdamas projektą griežtai laikytasi numatytų veiklų plano ir jos viso sėkmingai įgyvendintos:

- Sukurta programinės įrangos „beta“ versija ir atlikti jos bandymai
- Sėkmingai sukurtas prototipas, gebantis nuskaityti judančio žmogaus raišelę
- Išbandyta integruoti ir sujungti prototipą su platesne sistema (praėjimo kontrolė), atlikti bandymai
- Išbandytas efektyvumas, atliktas efektyvumo metodo taikymas
- Atliktas sėkmingas prototipo efektyvumo ir rezultatyvumo pateikimas paslaugų praėjimo kontrolės rinkai. Projektas itin plačiai aprašytas Lietuviškoje žiniasklaidoje.

## 1. Esamos situacijos analizė

Biometrika kaip priemonė automatiniam ir patikimam atpažinimui, yra svarbi priežiūrai bei saugumui – prieigos kontrolei, elektroniniam pasui ir t.t. Paskutiniaisiais metais ypatingai padaugėjo biometrinių atpažinimo programų. Iš dalies taip yra dėl nesenų patobulinimų technologijos srityje ir iš dalies dėl padidėjusio saugumo poreikio bei ekonominių priežasčių.

Biometrinės atpažinimo sistemos automatiškai patikrina ar identifikuoja asmenį, esantį įvesties nuotraukose bei filmuotoje medžiagoje, naudojamos žmogaus biometrinius bruožus. Žmogaus biometriniai bruožai, kurie gali būti naudojami biometriniam atpažinimui yra veidas, akies rainelė, pirštų antspaudas, delno atvaizdas ir kiti. Pirminiai biometriniai bruožai, skirti biometrikai per atstumą yra veidas, kadangi tai yra natūraliausia ir labiausia prieinama žmogaus kūno dalis atpažinimui per atstumą. Kitos naudingos kūno dalys yra akies rainelė ir eiseną. Multimodaliniai biometriniai metodai apjungia keletą biometrinių modulių taip pasiekdami dar patikimesnį atpažinimo rezultatą.

Biometrinis atpažinimas yra vykdomas išskiriant biometrinį modelį iš įvesties įrenginio ir sulyginant su duomenų bazėje esančiais rezultatais. Sulyginimas atliekamas dviem būdais: (1) patikrinimas (ir autentifikacija) bei (2) identifikacija (arba atpažinimas). Patikrinimas vykdomas vienas-su-vienu todėl, kad užklausoje veidas sulyginamas su pretendento veido vaizdu, tikrinant tariamą ID. Taip vykdomas pasienio patikrinimas su elektroniniais pasais, kuriame pateikiamas tikrinamo asmens ID. Identifikacija yra vienas-su-daugeliu, kadangi užklausa sulyginama su užregistruotais duomenų bazėje įrašais, siekiant nustatyti užklauso tapatybę. Dar vienas vienas-su-daugeliu scenarijų yra stebėjimo sąrašo peržiūra, kuomet tik aptiktos poros, kurios pakankamai patikimos (virš tam tikros slenkstinės reikšmės) rodomos sistemos operatoriui.

Didžioji dalis komercinių veido atpažinimo produktų ir sprendimų kuriami kooperatyvaus vartotojo programoms, įskaitant prieigos kontrolę, elektroninį pasą ir nacionalinę registraciją, kuomet vartotojui reikia atsistoti prieš kamerą, kad jo veidas būtų tinkamai nufotografuotas. Ne tokie ribojantys scenarijai yra nekooperatyvių vartotojų programos kaip kad veido atpažinimas stebėjimo metu, kuomet asmens identifikacija atliekama be vartotojo žinios ir jokių pastangų. Eksperimentiniai veido atpažinimo sprendimai taipogi vykdomi – pvz. saugumo sąrašų veido stebėjimas metro stotyse ir pan.



Didžioji dalis egzistuojančių sistemų mėgina atlikti veido atpažinimą su atvaizdais, užfiksuotais įvairių įprastinių kamerų, veikiančių regimosios šviesos spektro ribose. CCD ar CMOS kameros naudojamos spalvoto ar juodai balto veido atvaizdo užfiksavimui. Tokiose sistemose apšvietimo kaita yra pirminė problema, kurią reikia spręsti. Tam egzistuoja keli sprendimai. Daugiausia pastangų yra skiriama veido atpažinimo algoritmų vystymui, kurie būtų stabilūs skirtingo apšvietimo aplinkose. Efektyvumas tarp sistemų stipriai skiriasi. Kita technologija yra 3D (dažniausia 2.5D) duomenų, gautų iš lazerinio ribų skanerio ar 3D vaizdo metodų panaudojimas. Minusai yra didesni kaštai ir sumažėjęs greitis, o taip pat ir artefaktai, atsiradę dėl reikšmių spėliojimo. Svarbiausia yra tai, jog 3D metodas nebūtinai atneša geresnius atpažinimo rezultatus: atpažinimo našumas, pasiektas naudojant vieną 2D ir vieną 3D atvaizdus yra panašūs.

Net jei egzistuoja daugybė biometrinių jutiminių technologijų, ne visos jos vienodai tinkamos visoms programoms. Tiksliau reikalingas tam tikras kooperavimosi lygis iš vartotojo pusės, kuris stipriai riboja tokio tipo įrenginių pritaikomumą kai kuriose veikimo aplinkose.

Šios dienos bendrieji biometrinės veiksėnos būdai gali būti skirstomi į tris kategorijas: kontaktiniai, nekontaktiniai ir per atstumą. Skirtumai tarp šių kategorijų yra reikalingas atstumas tarp sensoriaus ir vartotojo efektyviam biometrinių duomenų mėginio paėmimui.

Biometrinių metodų įvertinimo ataskaitos (pvz. FERET ar FRGC) bei kiti nepriklausomi tyrimai rodo, jog daugybės lyderiaujančių biometrinių bruožų aptikimų metodų našumas blogėja, kuomet pasikeičia apšvietimas, laikysena bei kiti faktoriai.

## 2. Akies rainelės atpažinimo procesas

Visos akies rainelės atpažinimo sistemos, siūlytos ar įgyvendintos, gali būti išskirstomos į keturių žingsnių modelį:

- Fiksavimas
- Akies rainelės aptikimas/segmentacija
- Modelio generavimas
- Modelio palyginimas

Fiksavimo stadijoje užfiksuojamas pakankamos kokybės akies rainelės atvaizdas, kad būtų galima vykdyti tolimesnius žingsnius. Pirminio atvaizdo kokybės matai yra rezoliucija, signalo/triukšmo santykis, kontrastas ir apšvietimo bangos ilgis. Akies rainelės lokalizacijos ir segmentacijos žingsnio metu identifikuojame kur yra akies rainelės ir jos sienelės su vyzdžiu ir baltymu. Daugeliu atveju akies rainelė yra peržymima į pseudopoliarinę koordinačių sistemą, siekiant palengvinti tolesnius skaičiavimus ir kad būtų atsižvelgta į vyzdžio dydį. Kuomet žinoma akies rainelės vieta, galima išskirti jos ypatybes ir surinkus jas, generuoti modelį. Modeliai gali būtų saugomi tolesniam naudojimui drauge su modeliais, kurie sugeneruoti iš naujų atvaizdų.

Dvi svarbiausios problemos, su kuriomis susiduria bet kuri akies rainelės atpažinimo sistema yra rezoliucija ir signalo/triukšmo proporcijos. Jos tapo ypatingai sudėtingos akies rainelės atpažinimo per atstumą atveju. Svarbu jas spręsti, kadangi jos tiesiogiai paveikia tris svarbiausius sistemos panaudojamumo ir našumo matus:

- Fiksavimo apimtį
- Gyvavimo laiką
- Jautrumą subjekto judesiams

Nuo ašies nutolusio žvilgsnio problema taip pat apsunkina akies rainelės atpažinimo per atstumą sistemas, kadangi sunkiau sugauti subjektą, žiūrintį tiesiai į kamerą, kuomet kamera yra toli. Šiuolaikiniai komerciniai akies rainelės atpažinimo algoritmai paprastai reikalauja rainelės atvaizdų, esančių ant ašies (arba netoli jos). T.y. subjektas turi žiūrėti kameros kryptimi, paprastai stovėdamas

netoli jos. Didžioji dalis akies rainelės atpažinimo sistemų reikalauja iš vartotojo, kad šis būtų statiškoje būsenoje ir žiūrėtų į fiksavimo įrenginį. Mėginimas užfiksuoti asmenį ir iš nuotraukos išskirti akies rainelę buvo šiam judant, buvo viena pagrindinių užduočių, projektuojant šio projekto prototipą bei rašant programinę įrangą.

## 2.1. Prototipo techninė įranga ir architektūra

Fiksavimo įrenginys, naudojamas šioje sistemoje yra Prosilica PTZ kamera.



**Pav 1.** AVT Prosilica GX3300 industrinė skaitmeninė fotokamera naudojame prototipe

Čia pateikiame pagrindines, mūsų manymu esmines, kameros savybes: 8 megapikselių raiškos industrinė skaitmeninė vaizdo kamera, GigE prisijungimo interfeisas, 17 FPS (frames per second) nuolatinis fotografavimas, galimybė montuoti CANON EF arba lygiavertės jungties objektyvus (elektroninis objektyvo rainelės ir fokuso kontroliavimas), 4/3“ (17x13mm) tipo vaizdo jutiklis (sensorius). Kamera veikia naktiniame režime, kadangi norime erdvę atvaizduoti NIR bangų ruože. Taip yra todėl, kad melanino turinys akyje padidėja, o akies rainelė sugeria vis daugiau energijos regimame spektre. NIR išsaugo didžiausią akies rainelės rašto informacijos dalį, todėl tai ir fiksuojame kamera tolimesnei analizei [8]. Be to, vietos atspindžiai aplinkoje (paprastai matomi nuoga akimi regimoje erdvėje) nėra matomi.

Kamerai sukioji naudojami FLIR kompanijos gaminamą PAN-TILT mechanizmą PTU-D46-17 [9]. Šis įrenginys pasižymi puikiomis savybėmis, geba sukintis horizontaliai ir vertikaliai, išlaiko didesnę negu 2 kg svorį (kas yra itin aktualu mums, nes naudojamas objektyvas yra sunkus). Pagrindinės savybės: ne mažiau negu nuo  $-40^{\circ}$  iki  $+20^{\circ}$  vertikaliai ir nemažiau negu  $\pm 150^{\circ}$  horizontaliai judėjimas, vertikalus ir horizontalus judėjimo tikslumas nemažiau negu  $0,05^{\circ}$ , Nemažesnis negu  $200^{\circ}/\text{sec}$  horizontalus ir nemažesnis negu  $50^{\circ}/\text{sec}$  vertikalus judėjimo greitis, leistinas ant mechanizmo papildomai montuojamas svoris nemažesnis negu 3,5 k, RS-232 prievadas komunikacijai su kompiuteriu.

Sistemoje naudojama optika yra CANON gaminamas kintamo židinio nuotolio objektyvas IS 70-300mm[10]. Pagrindinės savybės: kintamas židinio nuotolis 70-300 mm ruožė, aktyvi optinė vaizdo stabilizavimo sistema, elektroninis diafragmos ir fokuso valdymas, suderinamumas su industrine kamera, t.y. canon EF montavimas ir elektroninis valdymas.



**Pav 2.** FLIR PTU-D46-17 PAN-TILT mechanizmas naudojamas prototipe



**Pav 3.** CANON IS 70-300MM objektyvas naudojamas prototipe

Kamera fiksuoja iki 17 kadrų per sekundę. Kadrai užkoduojami eigoje JPEG srautiniame formate. Kameros judesio kontrolei egzistuoja nemokamos API. Įmanoma atlikti automatinį apšvietimo balansą, kuris nustato dinaminį kameros diapazoną, leidžiantį užfiksuoti itin detalius atvaizdus net kai apšvietimo nepakanka. Iki tam tikro lygio tai sumažina apšvietimo reikalavimus, kurie privalo būti tenkinami siūlomoje sistemoje. Kamera turi autofokusavimo mechanizmą, kuris leidžia lęšiams pasiekti fokusą kiekviename mastelio lygmenyje. Autofokusavimo mechanizmas, naudojamas šiame prietaise, naudoja kontrasto matavimo technologiją fokusavimui. Kuomet atvaizdas sufokusuojamas, erdvinio dažnio turinys padidėja, ypač aukštesniuose ruožuose.

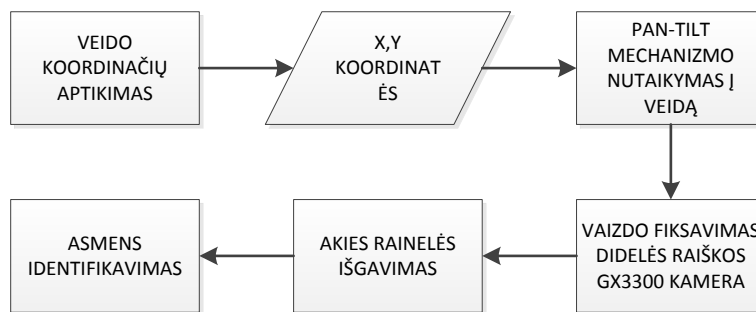
Papildomam vaizdo sekimui naudojama CANYON 2mpix internetinę kamerą, o apšvietimui - halogeninę lemputę su IR filtru. Visas prototipas pavaizduotas 4 pav.



**Pav. 4** Sukonstruotas prototipas

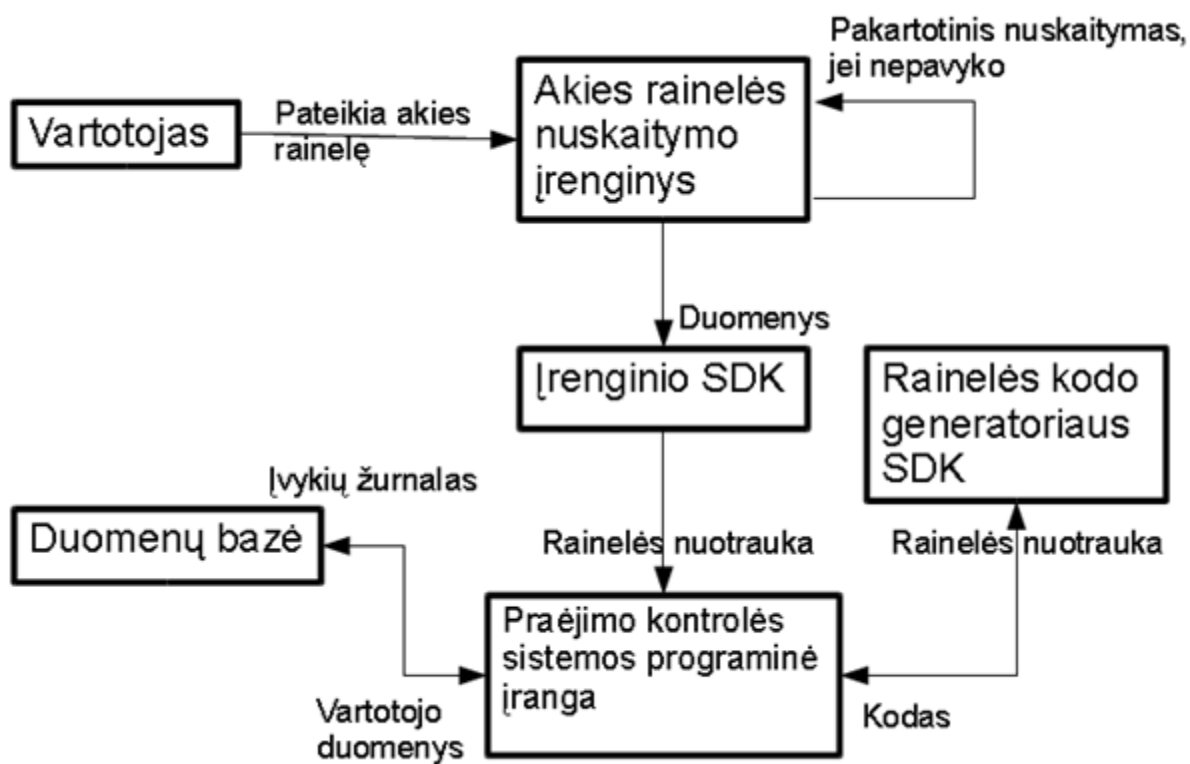
## 2.1. Prototipą aptarnaujanti programinė įranga veikia

Diagramoje (pav. 5) pavaizduota kaip vyksta asmens identifikavimo procesas. Visų pirma yra stebimas priekinis laukas per internetinę 2mpix vaizdo kamera. Nuolat ieškoma asmens veido. Jeigu randamas veidas, išsaugomos jo koordinatės vaizde ir per COM kompiuterinį prievadą ir RS232 protokolą yra paduodama komanda pasukti didelės raiškos vaizdo kamerą. Didelės raiškos vaizdo kamera fiksuoja veido zoną per 200mm CANON objektyvą. Šis optinis priartinimas leidžia reikiamos kokybės diapazone užfiksuoti asmens akies rainelę. Rainelė yra būtina identifikacijai. Toliau, išgavus rainelę, identifikuojamas asmuo.



**Pav. 5** Prototipo bandymo ir asmens identifikavimo proceso eiga

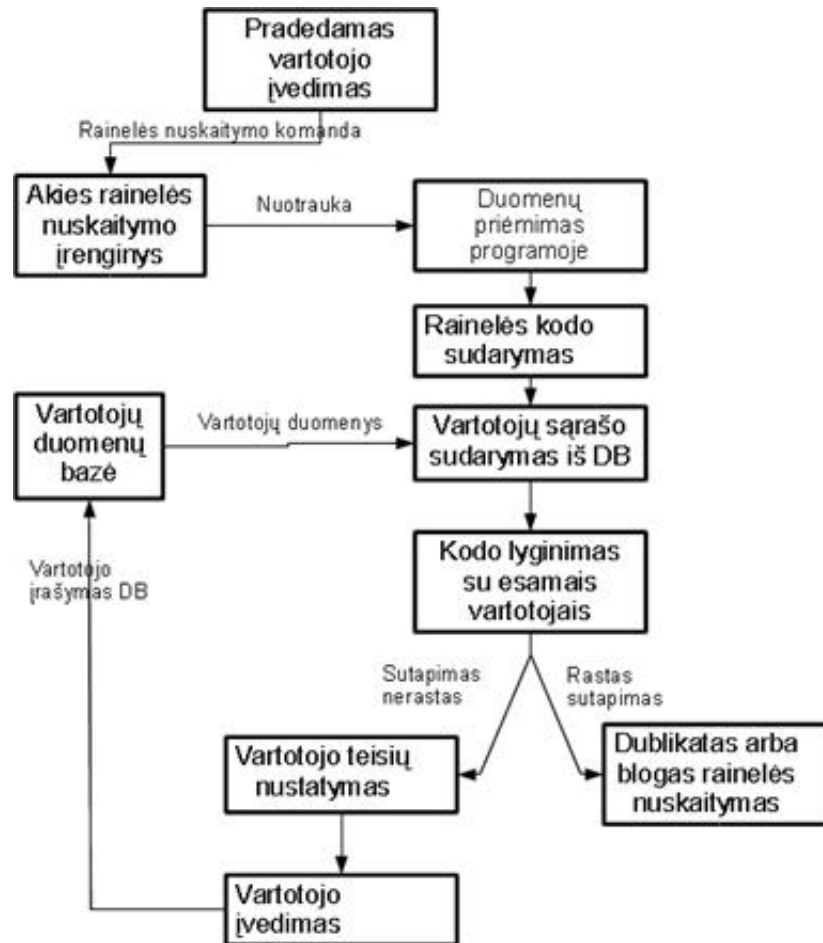
Su IP įrenginiais programinė įranga bendrauja ne tiesiogiai, o naudodama gamintojų pateiktas programų kūrimo priemones (Software development kit – SDK). Programinė įranga valdo akies rainelės nuskaitymo įrenginį, naudodamasi pateiktomis funkcijomis:



**Pav. 6** Programinės įrangos loginė schema

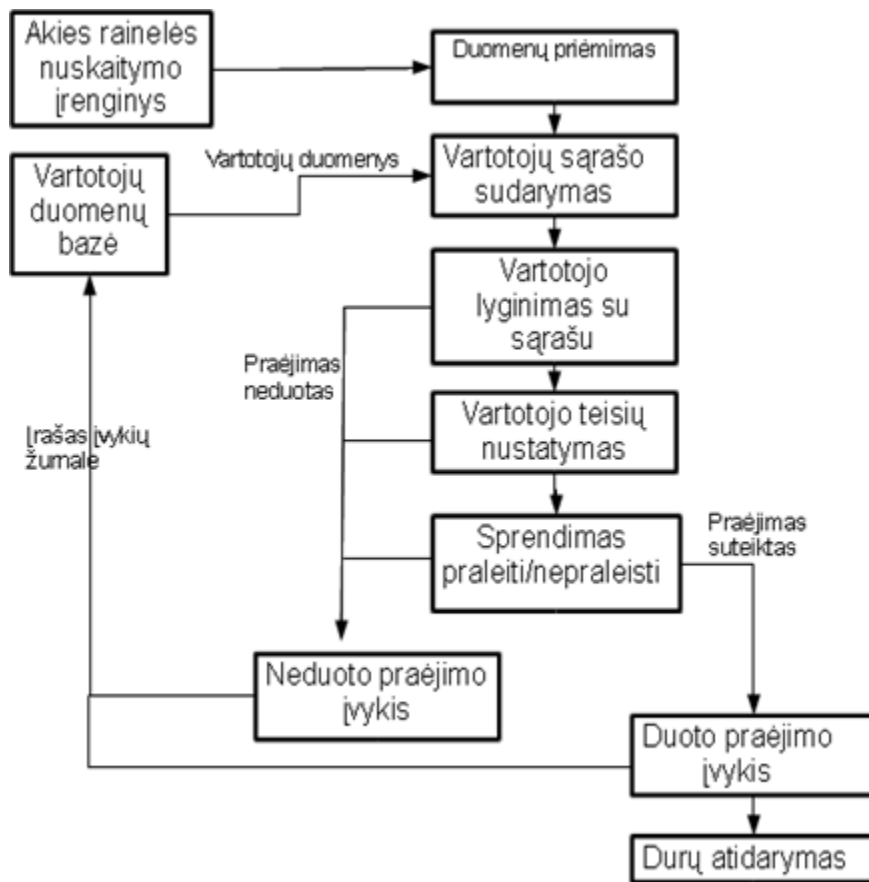
Programinė įranga vartotojo atpažinimui naudoja ne pačią akies rainelės nuotrauką, bet iš jos sugeneruotą kodą. Tas kodas laikomas duomenų bazėje kartu su vartotojo duomenimis. Naujo vartotojo

įvedimo metu turi būti naudojamas papildomas programinės įrangos modulis. Naujo vartotojo įvedimo schema atrodo taip:



**Pav. 7** Naujo vartotojo patalpinimas duomenų bazėje





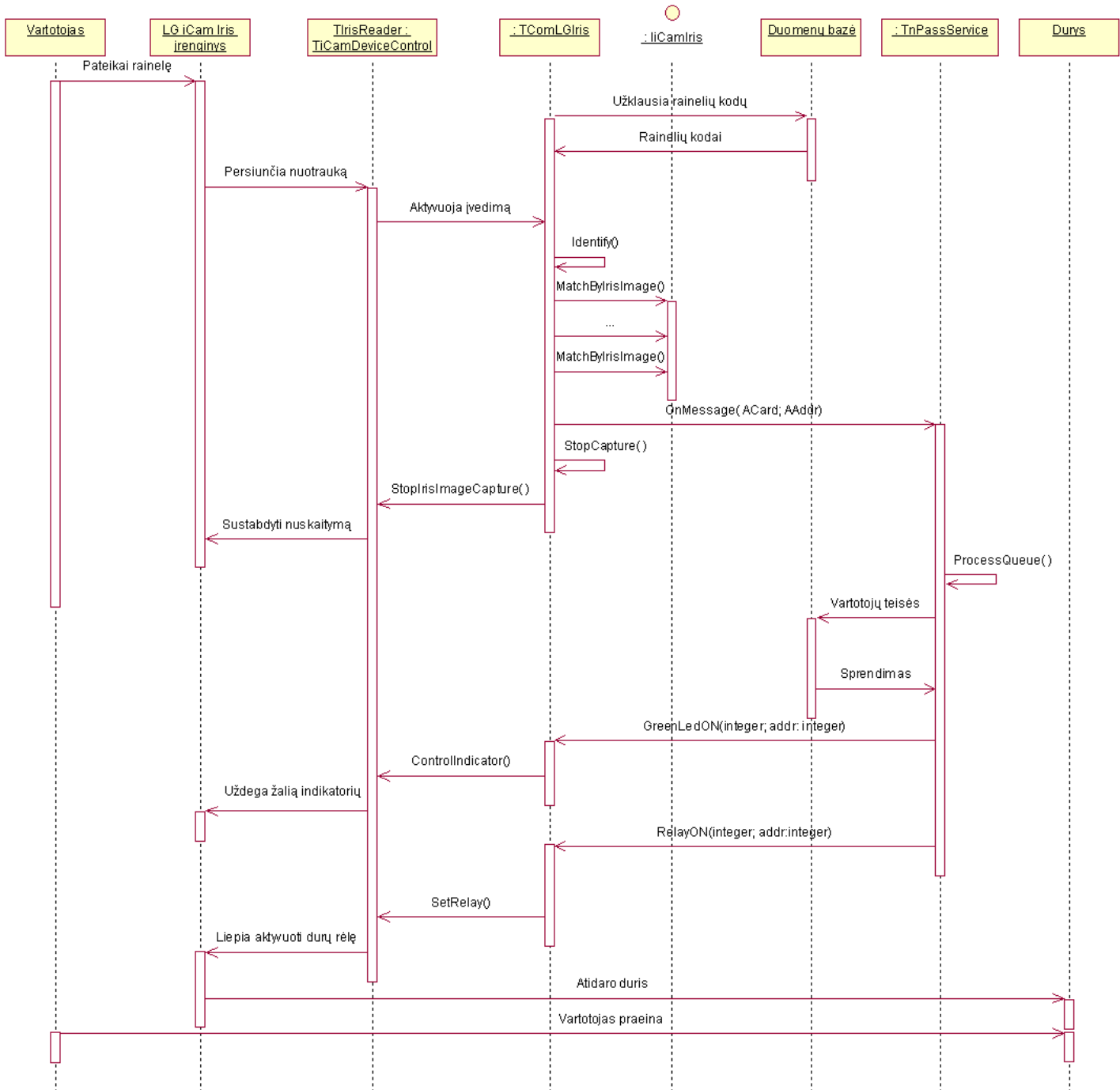
**Pav. 8** Akies rainelės atpažinimo schema

Vartotojo atpažinimas sistemoje vyksta keliais lygiais ir reikalauja visų sistemos elementų dalyvavimo. Sistemos elementai paeiliui vykdo veiksmus, komunikuodami vieni su kitais. Sistemos veikimą iliustruoja „Vartotojo atpažinimo scenarijus“ paveikslas.

1. Vartotojas prieina prie akies rainelės nuskaitymo įrenginio, aktyvuoja jį bei laukia kol įrenginys nufotografuos raineles;
2. Įrenginys, padaręs rainelės nuotraukas, iškviečia „TiCamDeviceControl“ klasės „OnGetIrisImage“ metodą, per parametrus perduodamas nuskaitymo statusą ir rainelės nuotraukas;
3. „TiCamDeviceControl“ klasė kvietimą perduoda į klasės „TComLGIris“ metodą „OnGetImage“;
4. „OnGetImage“ metodas įvykdo eilę patikrinimų ir jei nustato, kad rainelės nuskaitymas buvo sėkmingas, identifikavimą perduoda metodui „Identify“;

5. „Identify“ metodas kreipiasi į klasės „IiCamIris“ metodą „MatchByIrisImage“, lygindamas rainelės kairę ir dešinę nuotrauką su turimomis rainelių nuotraukomis;
6. Suradęs vartotojo atitikmenį, kviečiamas „TnPassService“ metodas „OnMessage“ ir įrašomas pranešimas apie vartotojo identifikavimą;
7. „TComLGIris“ iškviečia „StopImageCapture“ metodą, kad įrenginį perjungtų į laukimo režimą;
8. „TnPassService“ suveikęs „ProcessQueue“ metodas aptinka pranešimą ir pradeda jo apdorojimą;
9. „TnPassService“ klasė kreipiasi į duomenų bazę, pateikdama vartotojo duomenis;

10. Gavusi sprendimą, „TnPassService“ klasė išskviečia „GrenLEDOn“ ir „RelayOn“ metodus, kad praleistų vartotoją;



Pav. 9Vartotojo atpažinimo scenarijus

11. Kvietimas praeina per „TComLGiris“ ir „TiCamDeviceContol“ klasės įrenginį;

12. Įrenginys uždega žalią signalą ir įjungia durų rėlę;

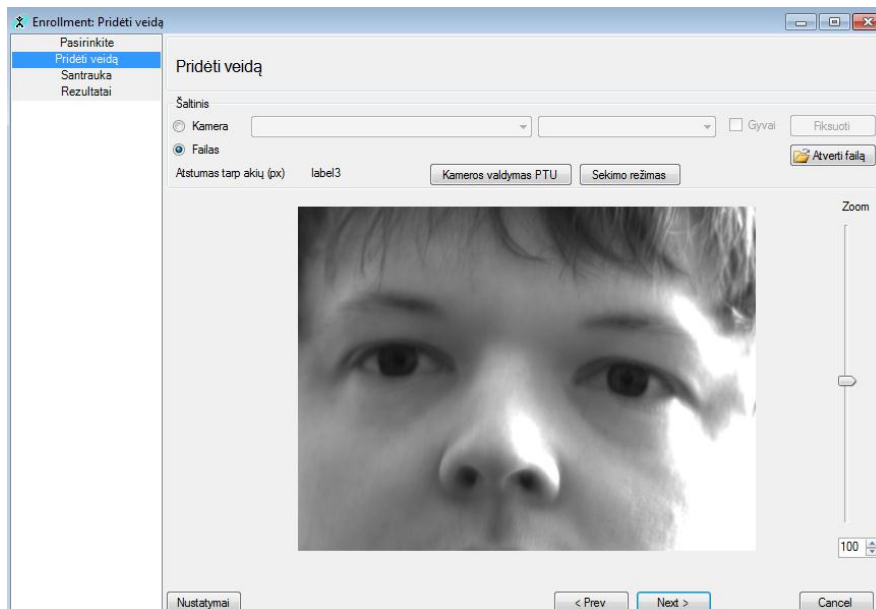
### 13. Vartotojas gauna praėjimą.

Vartotojo įvedimas veikia panašiu principu. Tik gautas rainelės kodas yra lyginamas su jau turimais, tikrinant ar vartotojas nėra dublikatas. Jei dublikatas nerandamas, vartotojas įvedamas į sistemą.



**Pav. 10** Akies rainelės atvaizdas, fiksuojamas Prosilica kameros

Sufokusuotas akies rainelės atvaizdas, užfiksuotas Prosilica kameros, pateiktas pav. 10. Pav. 11 pateikiamas programinės įrangos ekranvaizdis



**Pav. 11** Programinės įrangos ekranvaizdis

## IŠVADOS

Projekto vykdymo metu dėl nuolat tobulėjančių technologijų, atsirandančių naujų biometrinių metodų ir realios situacijos rinkoje, reikalavimai galutiniam rezultatui bei rezultatai taip pat kito. Buvo pasiekti teigiami ir gerai masinio informavimo priemonių bei mokslo bendruomenės priimti galutiniai projekto rezultatai, kuriais įrodyta galimybė fiksuoti bei atpažinti asmenis šiems judant pagal akies rainelę.

Projekto pradinėje stadijoje buvo pasirinktas akies rainelės atpažinimo metodas žmogaus identiteto patikrinimui bei ištirtos šiuo principu paremtos technologijos. Tai buvo atspindėta tarpinėse projekto ataskaitose. Ištyrus teorinius modelius bei jų fizinio pritaikomumo galimybes, pastebėta technologinė spraga esančiuose akies rainelės atpažinimo sprendimuose, dėl kurios taikant akies rainelės atpažinimo metodiką, stabdomas asmens judėjimas bei apribojama jo veiksmų laisvė. Tai buvo sėkmingai išspręsta sukonstravus proof-of-concept prototipą bei sukūrus programinės įrangos sprendimą jam aptarnauti. Galutiniame projekto vykdymo metu buvo nustatytas produkto panaudojimo efektyvumas ir atliktas rinkos tyrimas, kurio metu paaiškėjo, kad tokio tipo produktas net būdamas prototipu savo kaina lenkia masinėje gamyboje esančias panašaus panaudojimo priemones.

Šio projekto darbams planuojamas tęstinumas, tobulinant jo technologines galimybes bei pritaikomumą magistro bei doktorantūros studijose.

## MTEP rezultatai

<b>Kriterijus</b>	<b>Kiekis</b>
Sukurtų, paruoštų diegti ar įdiegtų naujų technologijų skaičius	1
Sukurtų naujų gaminių skaičius	1
Pateiktų tarptautinių patentinių paraiškų pagal Patentinės kooperacijos sutartį ir Europos patentų konvenciją skaičius	0
Pateiktų nacionalinių patentinių paraiškų skaičius	0
Įgytų patentų skaičius	0
Publikacijų žurnaluose, įtrauktuose į Mokslinės informacijos instituto sąrašą, skaičius	0
Projekte numatytas veiklas vykdančių doktorantų ir jaunųjų mokslininkų skaičius	0
Apgintų disertacijų skaičius	0
Sukurtų naujų darbo vietų verslo įmonėse skaičius	2
Sukurtų naujų darbo vietų mokslininkams ir tyrėjams verslo įmonėse skaičius	0
Projekto įgyvendinimui panaudotų ūkio subjektų ir Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto lėšų santykis (procentais) ir jo kitimo dinamika atskirais projekto vykdymo etapais	-
Kiti projekto įgyvendinimo metu pasiekti rezultatai	

## Literatūra

- [1] J. Daugman, “Probing the uniqueness and randomness of iriscodes: results from 200 billion iris pair comparisons,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 94, no. 11, pp. 1927–1934, 2006.
- [2] J. Daugman, “Biometric personal identification system based on iris analysis,” US patent no. 5, 291, 560, March 1994.
- [3] P. J. Phillips, K. W. Bowyer, P. J. Flynn, X. Liu, and W. T. Scruggs, “The iris challenge evaluation 2005,” in *Proceedings of the IEEE 2nd International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS '08)*, pp. 1–8, October 2008.
- [4] P. Phillips, W. Scruggs, A. Toole et al., “FRVT 2006 and ICE 2006 large-scale results,” Tech. Rep. NISTIR 7408, 2006, <http://iris.nist.gov/ice/ice2006.htm>.
- [5] R. P. Wildes, “Iris recognition: an emerging biometric technology,” *Proceedings of the IEEE*, vol. 85, no. 9, pp. 1348–1363, 1997.
- [6] Y. Du, R. Ives, B. Bonney, and D. Etter, “Analysis of partial iris recognition,” in *Biometric Technology for Human Identification II*, vol. 5779 of *Proceedings of SPIE*, pp. 31–40, 2005.
- [7] Y. Du, B. Bonney, R. Ives, D. Etter, and R. Schnltz, “Analysis of partial iris recognition using a 1-D approach,” in *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP '05)*, vol. 2, pp. II961–II964, March 2005.
- [8] C. Boyce, A. Ross, M. Monaco, L. Hornak, and X. Li, “Multispectraliris analysis: a preliminary study,” in *Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition on Biometrics Workshop*, 2006.
- [9] Flir Pan-Tilt Unit-D46-17P70T: <http://www.flir.com/mcs/view/?id=53719>
- [10] Canon EF 70-300mm f/4-5.6 IS USM: [http://www.efoto.lt/objektyvas/canon\\_ef\\_70-300\\_f4\\_is\\_usm](http://www.efoto.lt/objektyvas/canon_ef_70-300_f4_is_usm)