



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Modulis „Tiriamasis projektas 2“
Projektas: Kompiuterinės regos ir mašininio mokymosi
pritaikymo tyrimas pramoninės gamybos gaminių kokybės
patikrai

Projekto architektūra

IFM 9/2 gr. Algirdas Kartavičius

Studentas

Doc. Mantas Lukoševičius

Projekto vadovas

Prof. Kęstutis Motiejūnas

Dėstytojas

Kaunas, 2020

Turinys

Lentelių sąrašas	3
Paveikslų sąrašas	4
1. Įvadas.....	5
1.1. Dokumento paskirtis.....	5
1.2. Apibrėžimai ir sutrumpinimai	5
1.3. Apžvalga.....	5
2. Architektūros pateikimas	7
3. Architektūros tikslai ir apribojimai.....	8
4. Panaudojimo atvejų vaizdas	9
5. Sistemos statinis vaizdas	12
5.1. Apžvalga.....	12
5.2. Paketų detalizavimas	12
5.2.1. Paketas „Views“	12
5.2.2. Paketas „ViewModels“	13
5.2.3. Paketas „Services“.....	13
5.2.4. Paketas „Repositories“	13
5.2.5. Paketas „Domain“	14
5.2.6. Paketas „Hardware“.....	14
5.2.7. Paketas „Analysis“	15
6. Sistemos dinaminis vaizdas.....	16
7. Išdėstymo (deployment) vaizdas	22
8. Duomenų vaizdas.....	23
9. Kokybė.....	24

Lentelių sąrašas

1 lentelė PA aptikti defektus	9
2 lentelė PA Klasifikuoti defektus	9
3 lentelė PA Pažymėti defektus.....	10
4 lentelė PA Nustatyti defektų tolerancijos ribas.....	10
5 lentelė PA Nustatyti defektų tolerancijos ribas.....	10
6 lentelė PA Vykdyti defektų aptikimą etalono vaizde.....	11
7 lentelė PA Vykdyti kiekvieno kadro analizę.....	11
8 lentelė PA Sujungti visus kadrų defektus.....	11

Paveikslų sąrašas

1 pav. Panaudojimo atvejų diagrama	9
2 pav. Abstrakti sistemos paketų diagrama	12
3 pav. „Views“ paketo klasių diagrama	12
4 pav. „ViewModels“ paketo klasių diagrama.....	13
5 pav. „Services“ paketo klasių diagrama	13
6 pav. „Repositories“ paketo klasių diagrama	14
7 pav. „Domain“ paketo klasių diagrama	14
8 pav. „Hardware“ paketo klasių diagrama.....	15
9 pav. „Analysis“ paketo klasių diagrama	15
10 pav. PA „Pradėti analizę“ sekų diagrama	16
11 pav. PA „Aptikti defektus“ sekų diagrama	17
12 pav. PA „Vykdėti defektų aptikimą etalono vaizde“ sekų diagrama.....	17
13 pav. PA „Vykdėti kiekvieno kadro analizę“ sekų diagrama.....	18
14 pav. PA „Sujungti visus kadrų defektus“ sekų diagrama.....	19
15 pav. PA „Nustatyti defektų tolerancijos ribas“ sekų diagrama	19
16 pav. Defektų aptikimo etalono vaizde veiksmų diagrama	20
17 pav. Visų kadrų defektų sujungimo veiklos diagrama	21
18 pav. Išdėstymo diagrama.....	22
19 pav. Esiųbių – ryšių diagrama	23

1. Įvadas

1.1. Dokumento paskirtis

Šio dokumento pagrindinė paskirtis yra nustatyti pagrindinį kuriamos sistemos vaizdą. Šis dokumentas bus naudingas kuriant sistemos prototipą bei įgyvendinant galutinę sistemos versiją. Architektūros specifikacijos dokumentas leidžia gana greitai susipažinti su sistema, todėl yra puikus būdas sumažinti kitus asmenis su kuriu produktu. Taip pat šis dokumentas yra puiki medžiaga, kuri leidžia greitai supažindinti projekto komandą (analitiką, programuotojus, testuotojus, projektų vadovą) su kuriu produkto savybėmis ir jo funkcionalumo įgyvendinimu.

1.2. Apibrėžimai ir sutrumpinimai

Kompiuterinė rega – (angl. Computer vision) tarpdisciplininė mokslo sritis, kuri siekia gauti tam tikrą informaciją apdorojant skaitmeninį vaizdą. Dažniausiai naudojama užduočių automatizavimui.

UML – unifikuota modeliavimo kalba (Unified Modeling Language).

MM (angl. Machine learning) – mašininis mokymasis.

Saugykla (angl. repository) – projektavimo šablonas, kuris leidžia paslėpti duomenų prieigos logiką nuo verslo logikos.

Verslo logika (angl. business logic) – algoritmai ir taisyklės, kurie valdo grafinės vartotojo sąsajos bei duomenų bazės sąsają.

Programuojamas loginis valdiklis (angl. programmable logic controller) – industrinis skaitmenis įrenginys, kuris skirtas gamybos procesų valdymui.

PLV (angl. PLC) – programuojamas loginis valdiklis.

Žmogaus – mašinos sąsaja (angl. human-machine interface) – vartotojo sąsaja industrinių procesų valdymui.

GPU – vaizdo apdorojimo procesorius.

1.3. Apžvalga

Architektūros specifikavimo ataskaitoje pateikiami panaudojimo atvejų vaizdai, loginis vaizdas (klasių diagramos, paketų diagramos) bei procesų vaizdas.

Antrame skyriuje pateikiami įrankiai, kurie bus naudojami architektūros specifikavimui bei UML diagramų sąrašas.

Sistemos tikslai ir apribojimai pateikiami trečiame skyriuje.

Ketvirtame skyriuje pateikiama panaudojimų atvejų diagrama bei kiekvieno panaudojimo atvejo aprašymas.

Penktame skyriuje pateikiamos paketų bei klasių diagramos, kurios parodo sistemos statinį vaizdą.

Šeštame skyriuje pateikiamos sekų diagramos, kurių pagalba demonstruojamas veiksmų sekų eiliškumas. Taip pat šiame skyriuje pateiktos ir veiklos diagramos.

Septintame skyriuje pateikiama sistemos diegimo diagrama.

Esybių – ryšių diagrama pateikiama aštuntajame skyriuje.

Devintajame skyriuje pateikiami sistemos kokybiniai parametrai.

2. Architektūros pateikimas

Architektūros pateikimui bus naudojamas įrankis „MagicDraw“ bei UML kalba.

UML diagramomis bus pavaizduoti šie vaizdai (angl. views):

1. Panaudojimo atvejų vaizdas – panaudojimo atvejų diagrama;
2. Loginis vaizdas – klasių diagramos, sistemos išskaidymas į paketus;
3. Procesų vaizdas – sekų diagramos, veiklos diagramos;

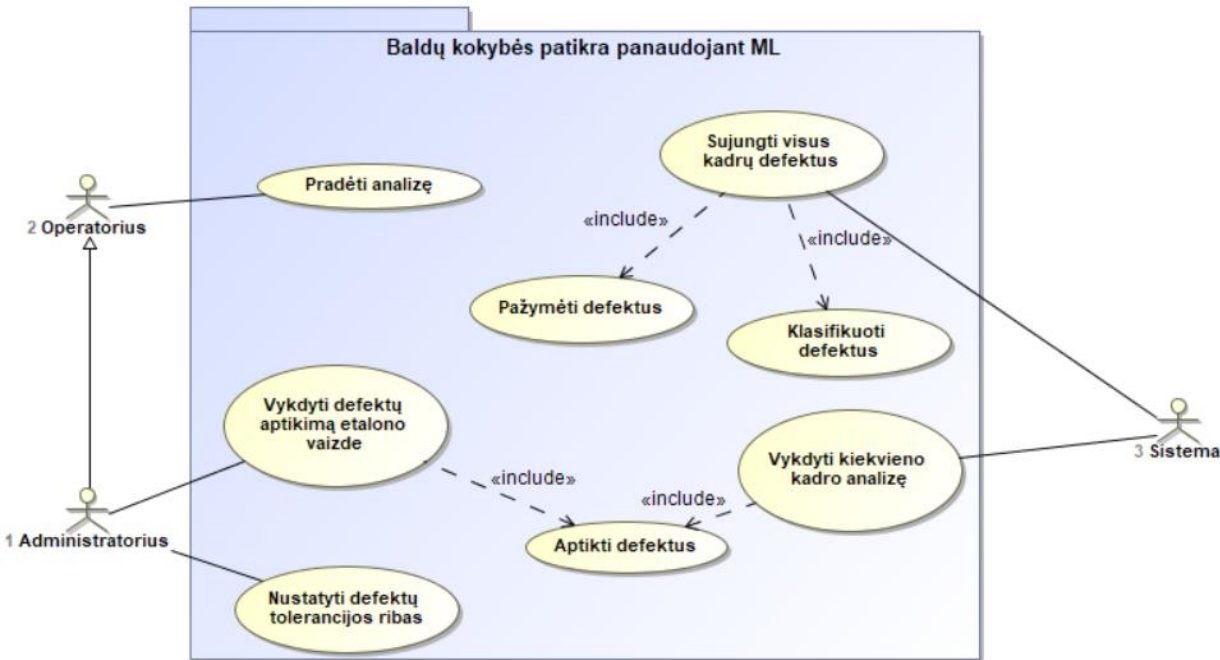
3. Architektūros tikslai ir apribojimai

Sprendimo architektūrai įtakos turi šie tikslai ir apribojimai:

- Sistema turi veikti kompiuteryje su įdiegta “Windows” operacine sistema.
- Sistema turi išnaudoti grafinio procesoriaus privalumus, kurie leidžia pagreitinti skaitmeninių vaizdų apdorojimą.
- Naudotojai turi turėti galimybę keisti tolerancijos ribas.
- Defektai turi būti klasifikuojami ir pažymimi nuotraukose.
- Sistema turi spėti apdoroti skaitmeninius vaizdus realiu.
- Detalės matmenys kuo mažiau turi įtakoti sistemos našumą – sistema efektyviai turi apdoroti net ir didelių gabaritų gaminius.
- Sistema turi naudoti mašininio mokymosi algoritmus.
- Sistema turi užtikrinti žmogaus – mašinos sąsają.

4. Panaudojimo atvejų vaizdas

Žemiau pateikiami pagrindiniai panaudojimo atvejai, kurie yra skirti aptikti baldų detalių paviršiaus defektus. Ši posistemė yra bendros baldų kokybės patikros sistemos dalis.



1 pav. Panaudojimo atvejų diagrama

1 lentelė PA aptikti defektus

1 PA Aptikti defektus	
Aktorius	Sistema
Aprašas	Nustatomos defektai vaizde ir defektų tipas
Prieš sąlyga	Gauta bendro detalės vaizdo dalis (kadras)
Sužadinimo sąlyga	Vyksta gamyba bei pradėta analizė
Po sąlyga	Rasti defektai vaizdo dalyje

2 lentelė PA Klasifikuoti defektus

2 PA Klasifikuoti defektus	
Aktorius	Sistema
Aprašas	Nustatomas defekto tipas

Prieš sąlyga	Aptiktas defektas
Sužadinimo sąlyga	Aptinkamas defektas
Po sąlyga	Nustatytas defekto tipas

3 lentelė PA Pažymėti defektus

3 PA Pažymėti defektus	
Aktorius	Sistema
Aprašas	Pažymimas defektas nuotraukoje
Prieš sąlyga	Aptiktas defektas
Sužadinimo sąlyga	Reikia pažymėti defektą nuotraukoje
Po sąlyga	Nuotrauka su pažymėtais defektais parodoma vartotojui

4 lentelė PA Nustatyti defektų tolerancijos ribas

4 PA Nustatyti defektų tolerancijos ribas	
Aktorius	Administratorius
Aprašas	Nustatomos defektų tolerancijos ribos bei minimalus defektų dydis
Prieš sąlyga	Naudotojas prisijungęs kaip administratorius
Sužadinimo sąlyga	Reikia pakeisti defektų tolerancijos ribas
Po sąlyga	Išsaugojamos pakeistos defektų tolerancijos ribos

5 lentelė PA Nustatyti defektų tolerancijos ribas

5 PA Pradėti analizę	
Aktorius	Operatorius
Aprašas	Pradedama analizės, kurios metu patikrinama kiekvienos detalės kokybė
Prieš sąlyga	Naudotojas prisijungęs kaip operatorius
Sužadinimo sąlyga	Planuojama pradėti gamybą
Po sąlyga	Pradėta analizė

6 lentelė PA Vykdyti defektų aptikimą etalono vaizde

6 PA Vykdyti defektų aptikimą etalono vaizde	
Aktorius	Administratorius
Aprašas	Vykdoma etaloninio vaizdo analizė, kurios metu randami defektai esantys vaizde
Prieš sąlyga	Yra nuskaitytas etaloninis vaizdas
Sužadinimo sąlyga	Norima rasti defektus
Po sąlyga	Rasti ir pažymėti etaloninio vaizdo defektai

7 lentelė PA Vykdyti kiekvieno kadro analizę

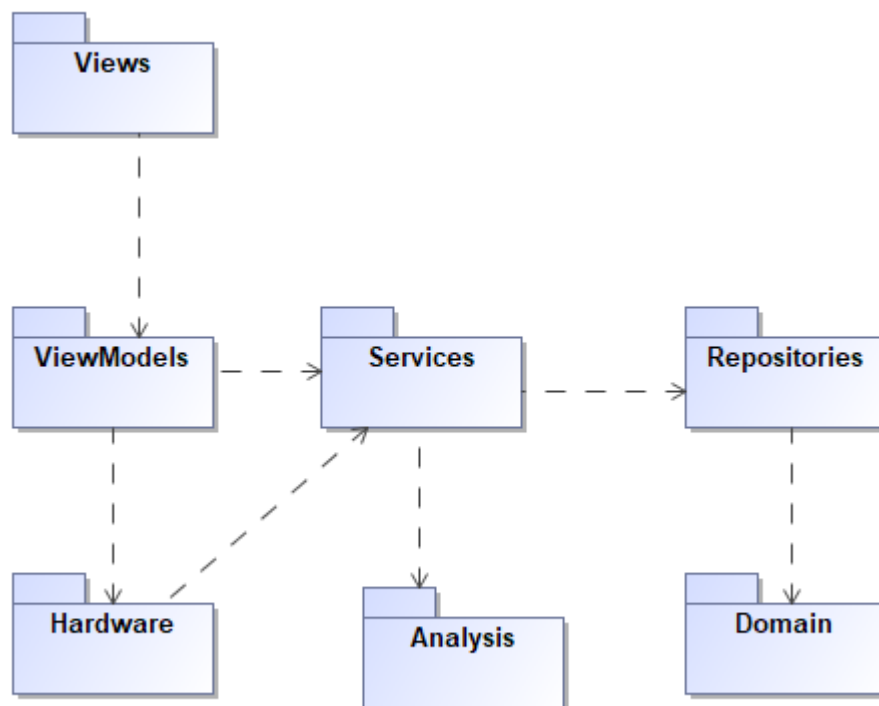
7 PA Vykdyti kiekvieno kadro analizę	
Aktorius	Sistema
Aprašas	Defektų aptikimui naudojamos linijos nuskaitymo kameros, todėl gaunama daug tos pačios detalės kadrų, reikia vykdyti kiekvieno kadro analizę iškart ją gavus, kadangi tik taip įmanoma vykdyti analizę realiu laiku
Prieš sąlyga	Pradėta analizė ir vyksta gamyba
Sužadinimo sąlyga	Gaunamas kadras
Po sąlyga	Kadras apdorojamas

8 lentelė PA Sujungti visus kadrų defektus

8 PA Sujungti visus kadrų defektus	
Aktorius	Sistema
Aprašas	Gavus visus detalės kadrus reikia priimti bendrą sprendimą apie detalės kokybę bei pažymėti defektus
Prieš sąlyga	Gauti visi detalės kadrai
Sužadinimo sąlyga	Norima nustatyti galutinį detalės rezultatą
Po sąlyga	Rasti ir pažymėti visi detalės defektai

5. Sistemos statinis vaizdas

5.1. Apžvalga

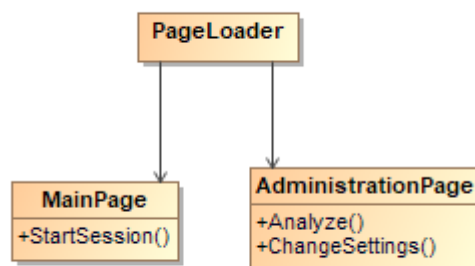


2 pav. Abstrakti sistemos paketų diagrama

5.2. Paketų detalizavimas

5.2.1. Paketas „Views“

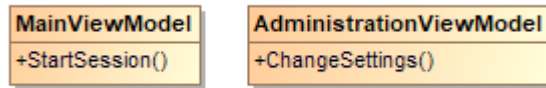
Šį paketą sudaro sistemos puslapiai. Sistemos puslapiai yra keičiami „PageLoader“ pagalba.



3 pav. „Views“ paketo klasių diagrama

5.2.2. Paketas „ViewModels“

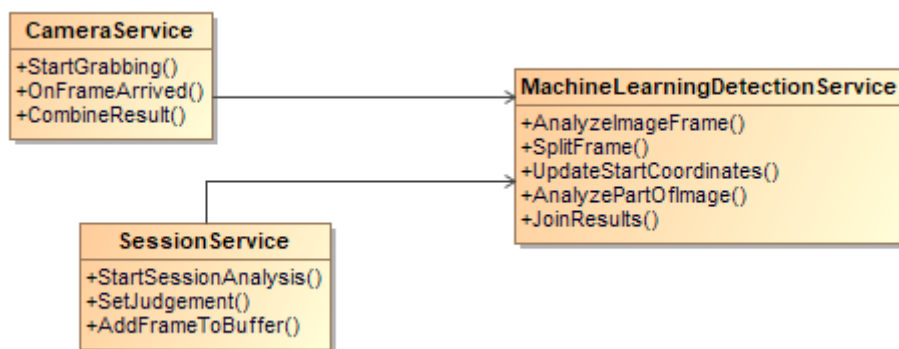
Šis paketas yra atsakingas už „Views“ duomenų laikymą bei valdymą.



4 pav. „ViewModels“ paketo klasių diagrama

5.2.3. Paketas „Services“

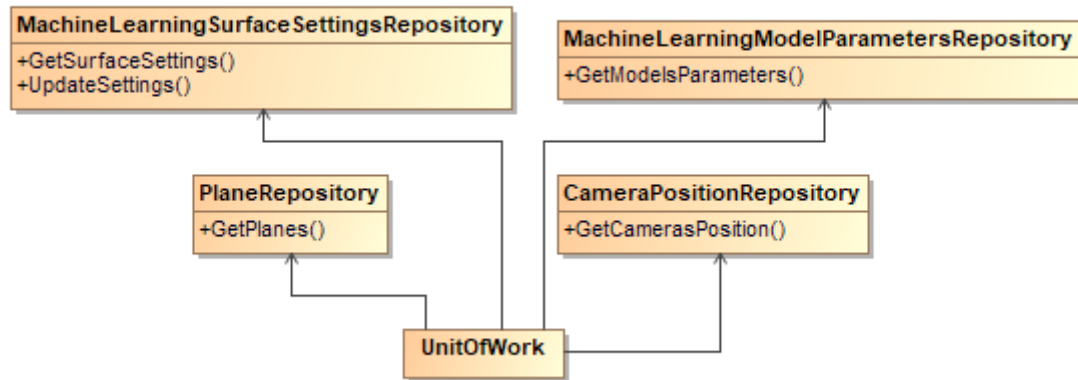
Šiame pakete yra aprašyta visa pagrindinė logika, kuri yra susijusi su vaizdų apdorojimu bei defektų aptikimu.



5 pav. „Services“ paketo klasių diagrama

5.2.4. Paketas „Repositories“

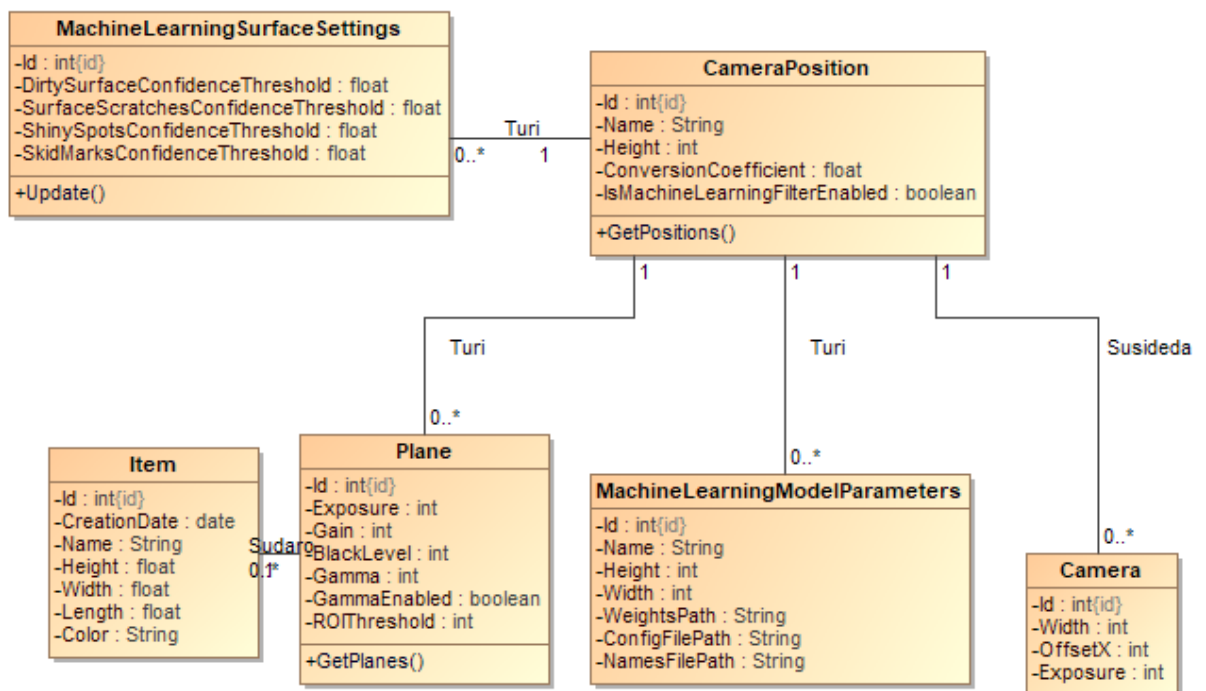
Šiame pakete pateikiamos saugyklos (angl. repository), kurios yra naudojamos sąsajai su duomenų baze.



6 pav. „Repositories“ paketo klasių diagrama

5.2.5. Paketas „Domain“

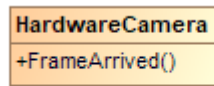
Šiame pakete pateikiamos duomenų bazės klasės.



7 pav. „Domain“ paketo klasių diagrama

5.2.6. Paketas „Hardware“

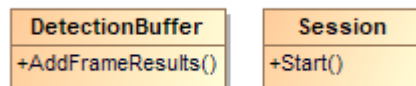
Šis paketas susideda iš klasių, kurios naudojamos bendrauti su aparatinėmis įranga.



8 pav. „Hardware“ paketo klasių diagrama

5.2.7. Paketas „Analysis“

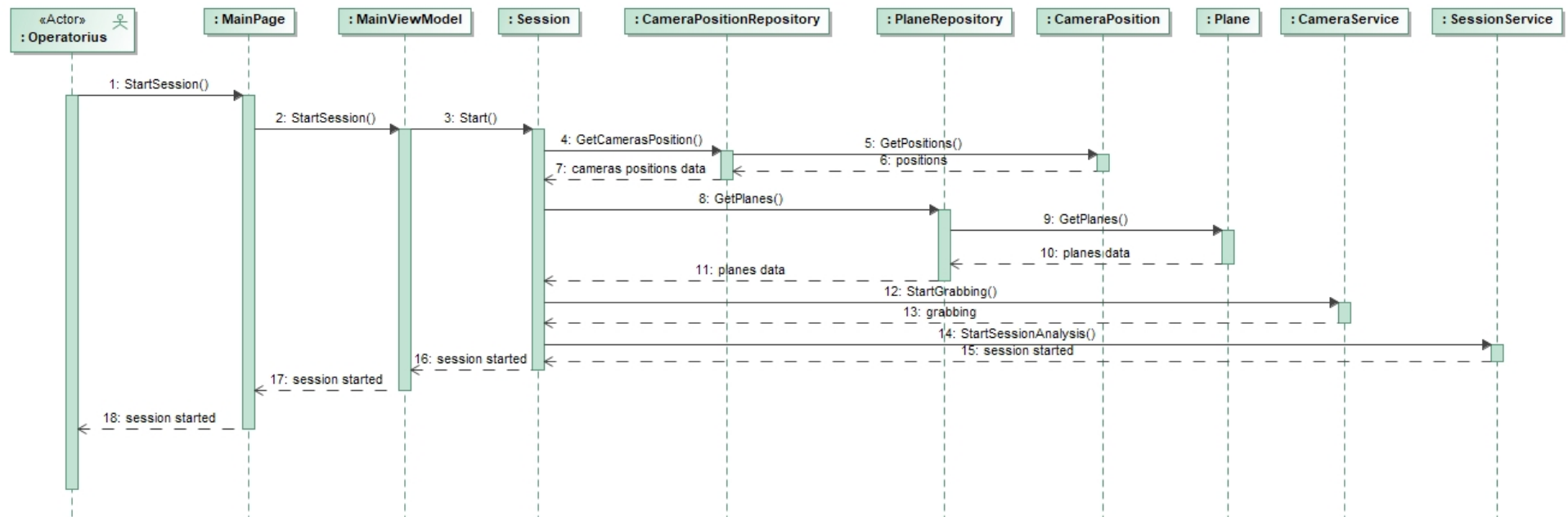
Šio paketo paskirtis yra duomenų saugojimas ir veiksmams susijusiems su analize.



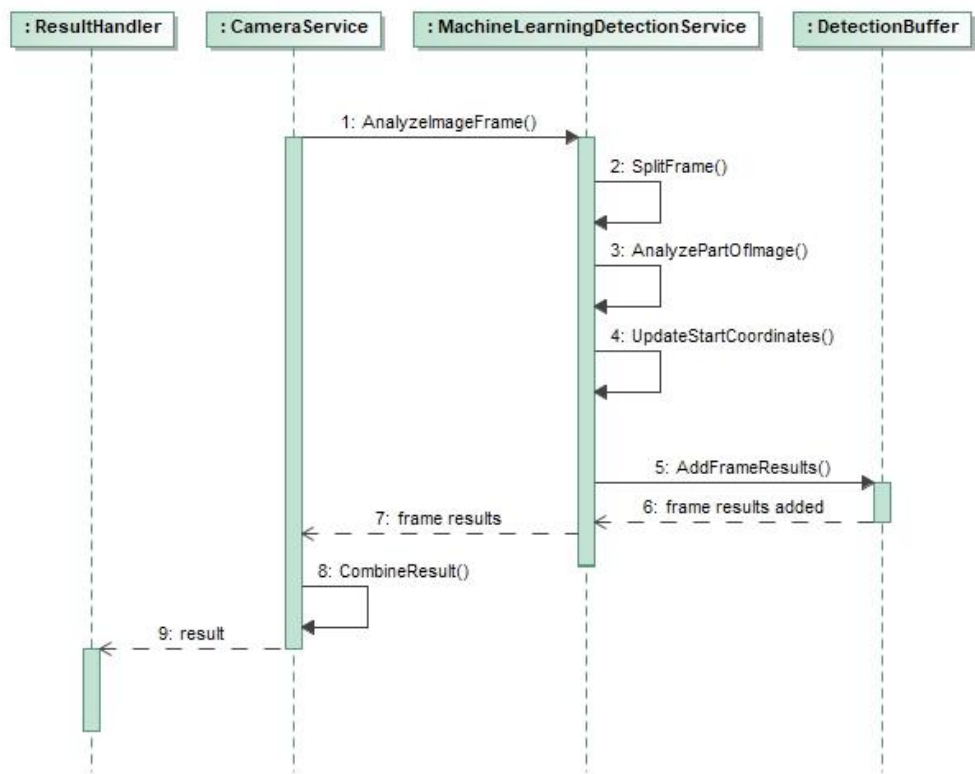
9 pav. „Analysis“ paketo klasių diagrama

6. Sistemos dinaminis vaizdas

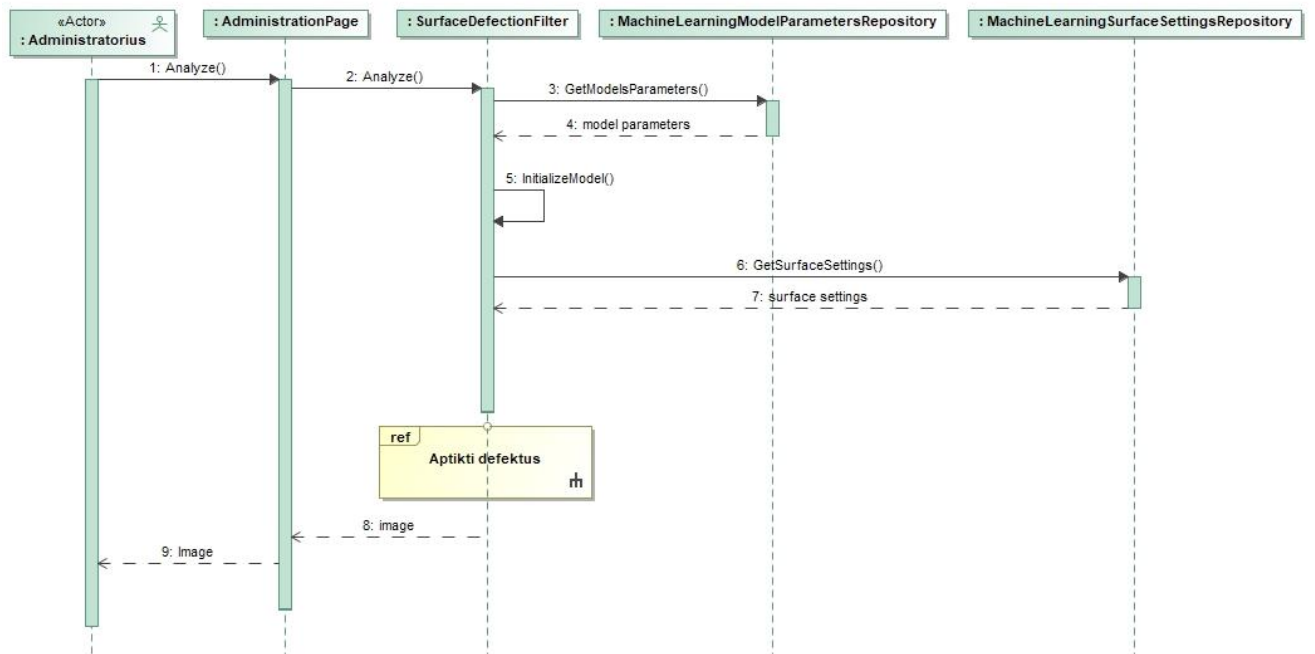
Sekų diagramos pateikiamos visiems panaudojimo atvejams, kurie yra sudėtingi. Nuspėsta, kad panaudojimo atvejai „Pažymėti defektus“ bei „Klasifikuoti defektus“ nereikalauja didelio veiksmų sekos sudėtingumo, todėl jiems sekų diagramos nebuvo braižomos.



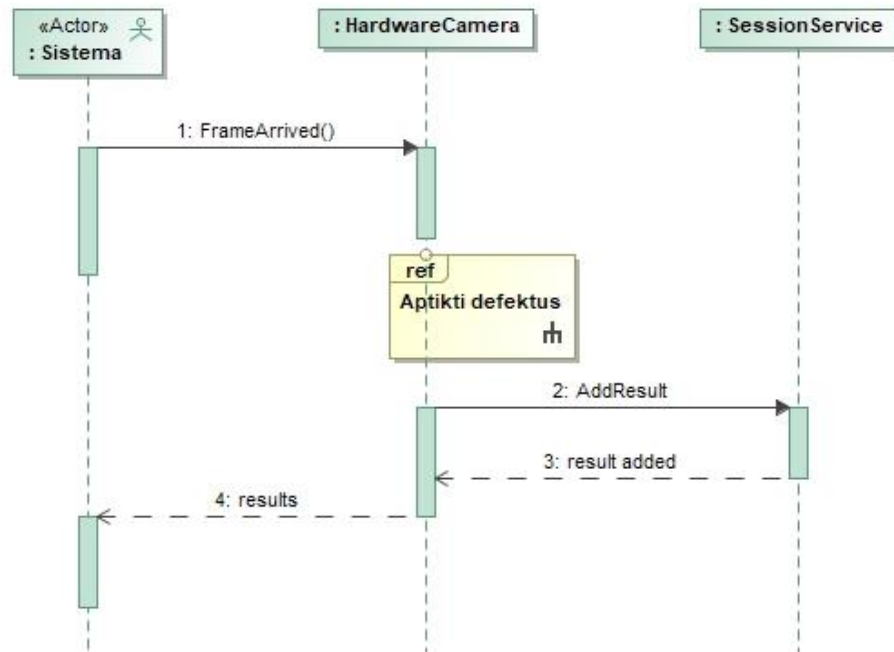
10 pav. PA „Pradėti analizę“ sekų diagrama



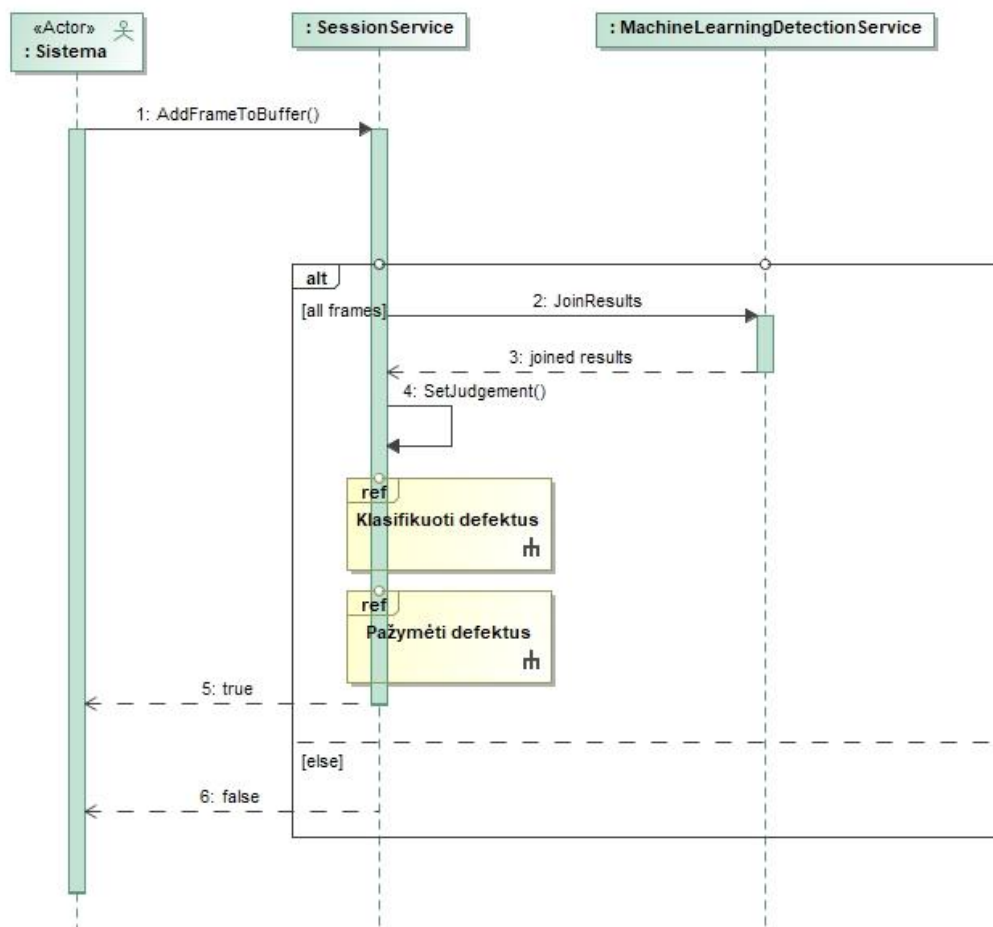
11 pav. PA „Aptikti defektus“ sekų diagrama



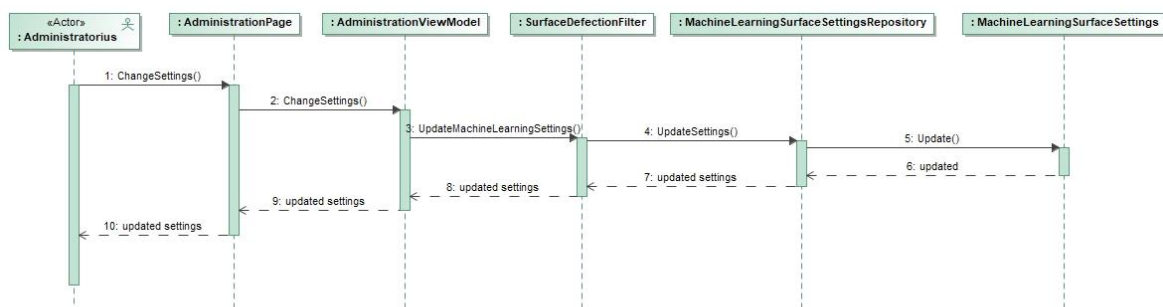
12 pav. PA „Vykdėti defektų aptikimą etalono vaizde“ sekų diagrama



13 pav. PA „Vykdėti kiekvieno kadro analizę“ sekų diagrama

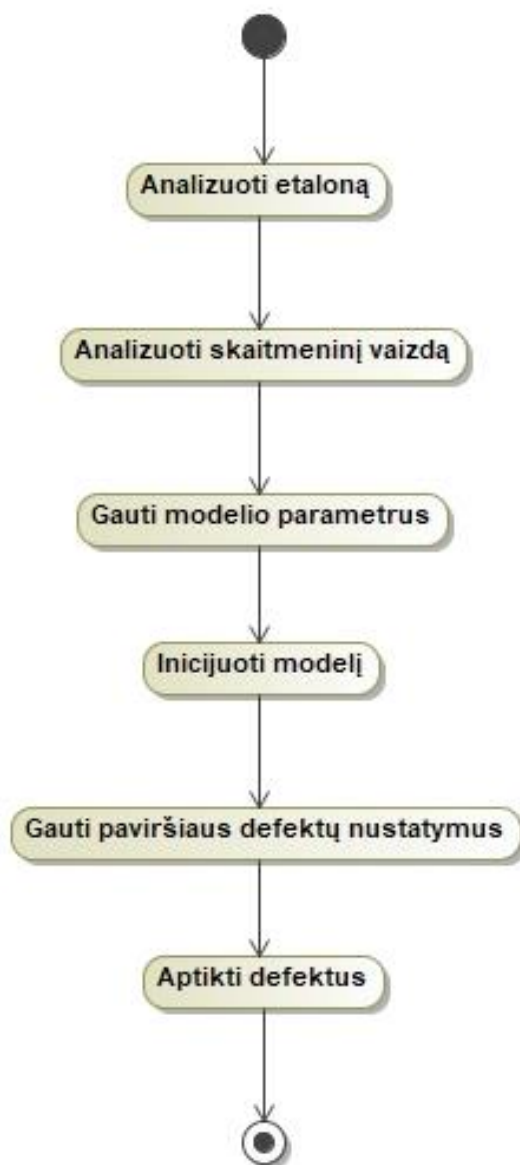


14 pav. PA „Sujungti visus kadrų defektus“ sekų diagrama

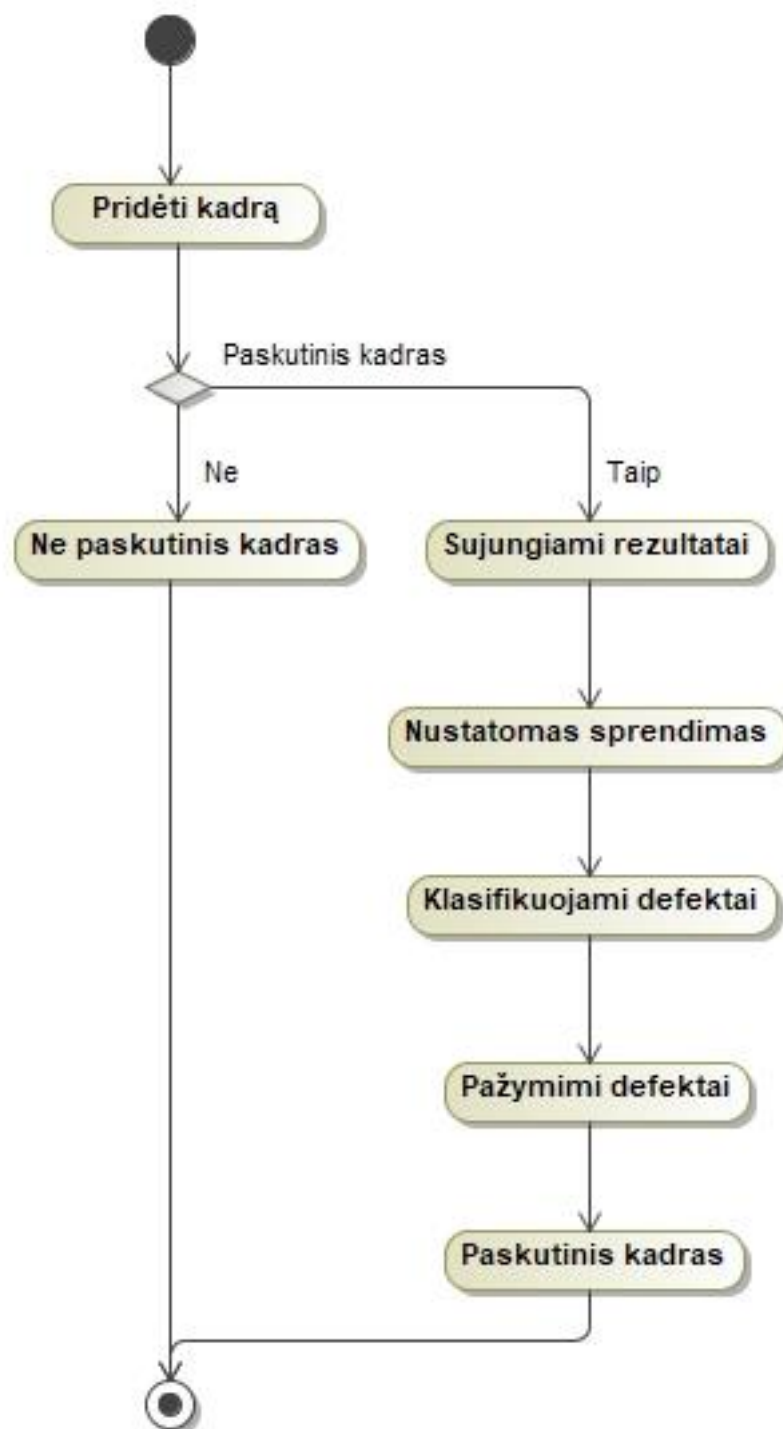


15 pav. PA „Nustatyti defektų tolerancijos ribas“ sekų diagrama

Žemiau pateikiamos defektų aptikimo etalono vaizde bei visų kadrų defektų sujungimo veiklos diagramos.



16 pav. Defektų aptikimo etalono vaizde veiksmų diagrama



17 pav. Visų kadrų defektų sujungimo veiklos diagrama

7. Išdėstymo (deployment) vaizdas

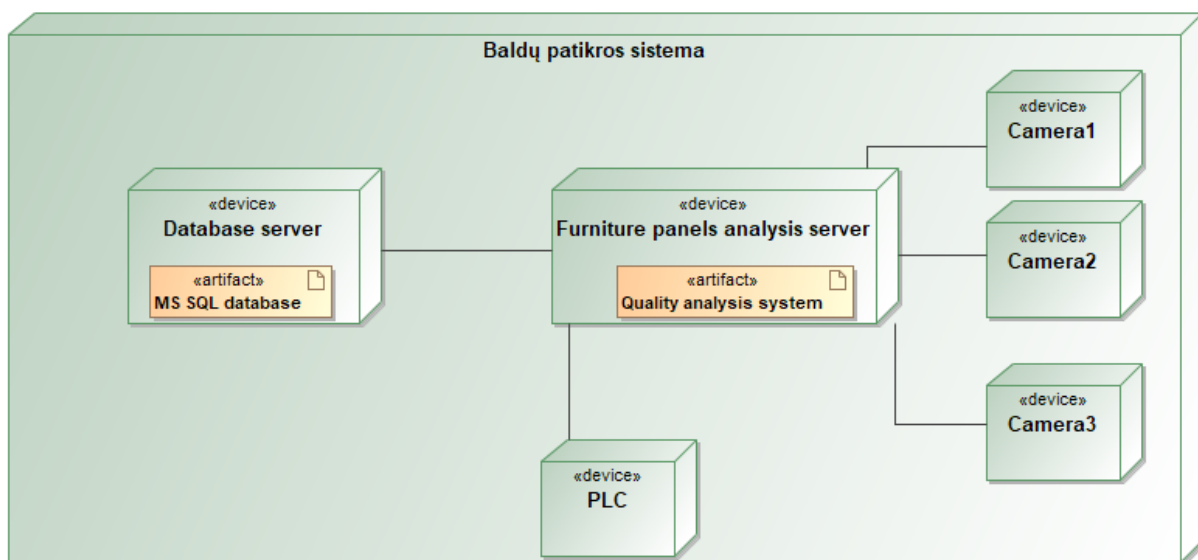
Šiame skyriuje pateikiama sistemos diegimo diagrama. Diegimo diagramoje pavaizduoti įrenginiai bei artefaktai.

Sistema susideda iš šių įrenginių:

- Duomenų bazės serveris;
- Baldų detalių analizės serveris;
- Kamerų (kiekis gali kisti pagal poreikį). Gali būti naudojamos įvairios pramoninės kameros. Paviršiaus defektų aptikimui yra naudojamos aukštos skiriamosios gebos linijos nuskaitymo kameros, kurios .
- Programuojamo loginio valdiklio. Programuojami loginiai valdikliai naudojami industrinių procesų valdymui. Baldų sistemos atveju PLV yra naudojamas šviestuvų įtampos valdymui, konvejerio valdymui (greičio keitimui, paleidimui bei stabdymui).

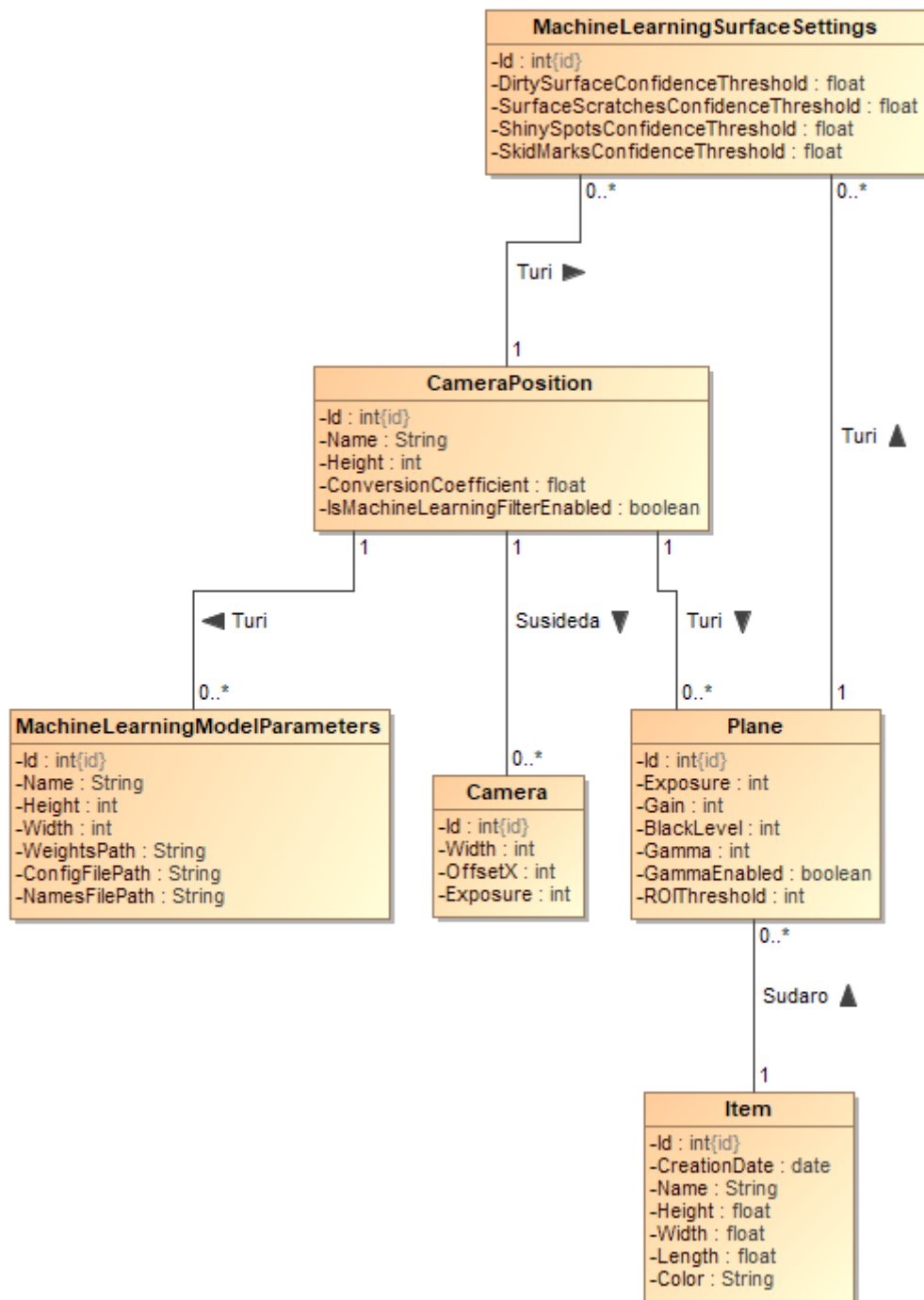
Sistema susideda iš šių artefaktų:

- Kokybės patikros sistemos (sistema kuri naudoja defektų aptikimo posistemę). Baldų detalių kokybės patikros sistema yra įgyvendinta kaip darbalaukio aplikacija, panaudojant .NET karkasą bei C# programavimo kalbą.
- MS SQL duomenų bazės.



18 pav. Išdėstymo diagrama

8. Duomenų vaizdas



19 pav. Esybių – ryšių diagrama

Šioje diagramoje pateikiamos esybės, kurios yra naudojamos baldų detalių kokybės sistemos paviršiaus defektų aptikimo posistemėje.

9. Kokybė

Baldų sistemos architektūra leidžia vykdyti skaitmeninių baldų detalių vaizdų analizę realiu laiku, todėl sistema užtikrina baldų detalių kokybę bei padidina gamybos efektyvumą. Sistemos architektūra leidžia panaudoti skirtingas vaizdo kameras. Taip pat yra pilnai užtikrinamas vartotojo sąsają su PLV, todėl nėra naudojama atskira žmogaus – mašinos sąsaja (angl. Human-Machine interface), o visas industrinių procesų valdymas yra atliekamas sistemos pagalba.

Architektūrinis sprendimas analizuoti kiekvieną kadrą iškarto kai jis gaunamas leido efektyviai analizuoti net ir labai didelių gabaritų detalių paviršiaus defektus. Taip pat šis sprendimas leido sutaupyti lėšų aparatinės įrangos įsigijimui, kadangi analizė realiu laiku gali vykti naudojant ženkliai pigesnę vaizdo procesorių (GPU).

Naudojami talpyklos (angl. repository) šablonai leido puikiai atskirti verslo logikos bei duomenų prieigos sluoksnius, todėl sistema tapo lengviau prižiūrima. Veiksmams su duomenų baze buvo naudotas „Entity framework 6“ karkasas. Buvo pritaikymas „kodas pirmiausiai“ principas, todėl duomenų bazės migracijų pagalba galima nesudėtingai pridėti naujus duomenų bazės atributus ar redaguoti esamus.

Atskiras duomenų bazės serveris leido efektyviai išnaudoti baldų detalių patikros serverio resursus.

Galimybė pasirinkti mašininių modelių parametrus vartotojo sąsajoje leido ženkliai supaprastinti sistemos diegimą bei suteikė galimybę nesudėtingai panaudoti skirtingus mašininio mokymosi metodus baldų detalėms su skirtinga spalva bei įvairia tekstūra.