|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Софийски университет „Св. Кл. Охридски”**  Факултет по математика и информатика  *Катедра „Софтуерни технологии”* |  |

**ДИПЛОМНА РАБОТА**

на тема

„Име на темата”

Дипломант: **Име Презиме Фамилия**

Специалност: **Софтуерни технологии**

Факултетен номер: **M?????**

Научен ръководител:

**доц. д-р Име Фамилия**

Консултант (ако има такъв):

**Име Фамилия**

София, 20?? г.

**Съдържание** (препоръчителен обем без приложенията: от 60 до 80 стр.)

[1. Увод (3-5стр.) 5](#_Toc399447453)

[1.1 Актуалност на проблема и мотивация (0,5-1стр.) 5](#_Toc399447454)

[1.2 Цел и задачи на дипломната работа (1-2стр.) 5](#_Toc399447455)

[1.3 Очаквани ползи от реализацията (1-2стр.) 5](#_Toc399447456)

[1.3.1 Състояние на индустрията 5](#_Toc399447457)

[1.3.2 Важност на Софтуерната Архитектура 6](#_Toc399447458)

[1.3.3 Изледване на архитектурното възстановяване 7](#_Toc399447459)

[1.4 Структура на дипломната работа (0,5-1стр.) 7](#_Toc399447460)

[2. Преглед на предметната област 8](#_Toc399447461)

[2.1 Основни дефиниции 8](#_Toc399447462)

[2.1.1 Нотация (Atomic Architectural Component Recovery – bible) 8](#_Toc399447463)

[2.1.2 Терминология в софтуерната архитектура 9](#_Toc399447464)

[2.2 Подходи, методи (евентуално модели и стандарти) за решаване на проблемите 12](#_Toc399447465)

[2.2.1 Реинженеринг и компонентно-базиран софтуер 13](#_Toc399447466)

[2.2.2 Среда за архитектурна реконструкция 14](#_Toc399447467)

[2.3 Съществуващи решения (практически реализации) 16](#_Toc399447468)

[2.3.1 Оркестрирана много-изгледна среда за софтуерно архитектурна реконструкция 16](#_Toc399447469)

[2.3.2 Компонентният модел на DS 25](#_Toc399447470)

[2.4 Избор на критерии за сравнение и сравнителен анализ на решения/методи/стандарти/... 29](#_Toc399447471)

[2.5 Изводи 29](#_Toc399447472)

[3. Използвани технологии, платформи и/или методологии 30](#_Toc399447473)

[3.1 Изисквания към средствата (технологии, платформи и методологии) 30](#_Toc399447474)

[3.1.1 Език за програмиране 30](#_Toc399447475)

[3.1.2 Модел на софтуерната система 30](#_Toc399447476)

[3.1.3 XMI <- !!! 31](#_Toc399447477)

[3.1.4 Генератор на базовия код 31](#_Toc399447478)

[3.2 Видове средства (технологии, платформи и методологии) и начин и място за използването им – сравненителен анализ 31](#_Toc399447479)

[3.2.1 Език за програмиране: 31](#_Toc399447480)

[3.2.2 Среда за разработване на UML модел 32](#_Toc399447481)

[3.2.3 Код генератор 32](#_Toc399447482)

[3.3 Избор на средствата (технологии, платформи и методологии) 33](#_Toc399447483)

[3.3.1 Език за програмиране 33](#_Toc399447484)

[3.3.2 Среда за разработване на UML модел 34](#_Toc399447485)

[3.3.3 Генератор на базов код 34](#_Toc399447486)

[3.4 Изводи 35](#_Toc399447487)

[4. Анализ 37](#_Toc399447488)

[4.1 Концептуален модел 37](#_Toc399447489)

[4.2 Потребителски (функционални) изисквания (права, роли, статуси, диаграми, ...) 39](#_Toc399447490)

[4.2.1 Типични случаи на употреба 39](#_Toc399447491)

[4.2.2 Мета-модел на архитектурното хранилище 46](#_Toc399447492)

[4.2.3 Формат на генерирания базов код 51](#_Toc399447493)

[4.2.4 Група от критерии за стандартна архитектура 52](#_Toc399447494)

[4.3 Качествени (нефункционални) изисквания 58](#_Toc399447495)

[4.3.1 Скалируемост 58](#_Toc399447496)

[4.3.2 Модифицируемост и документация 59](#_Toc399447497)

[4.3.3 Поддръжка и възможност за разширение 59](#_Toc399447498)

[4.3.4 Потребителски интерфейс 59](#_Toc399447499)

[4.3.5 Тестваемост 59](#_Toc399447500)

[4.4 Работни (бизнес) процеси 59](#_Toc399447501)

[4.4.1 Подготовка на критерии за анализ 59](#_Toc399447502)

[4.4.2 Анализиране на проект и сериализация на хранилището 60](#_Toc399447503)

[4.4.3 Генерация на базов код 61](#_Toc399447504)

[4.5 Изводи 62](#_Toc399447505)

[5. Проектиране 63](#_Toc399447506)

[5.1 Обща архитектура 63](#_Toc399447507)

[5.1.1 Слоеве 63](#_Toc399447508)

[5.1.2 Пакетна диаграма (основен изглед) 63](#_Toc399447509)

[5.2 Модел на данните ( напр. база данни, файлова структура, ...) 65](#_Toc399447510)

[5.2.1 Инфраструктурни 65](#_Toc399447511)

[5.2.2 Софтуерен компонент 68](#_Toc399447512)

[5.3 Диаграми (на структура и поведение - по слоеве и модули, с извадки от кода) 71](#_Toc399447513)

[5.3.1 Слой Анализатор 71](#_Toc399447514)

[5.3.2 Слой Скенер 74](#_Toc399447515)

[5.3.3 Слой Мета-Модел 76](#_Toc399447516)

[5.3.4 Слой Сериализатор 77](#_Toc399447517)

[5.3.5 Слой Генерация на базов код 79](#_Toc399447518)

[5.4 Ресурсни и спомагателни модули 80](#_Toc399447519)

[5.4.1 Пакетна диаграма 81](#_Toc399447520)

[6. Реализация, тестване/експерименти и (евентуално) внедряване 82](#_Toc399447521)

[6.1 Реализация на модулите 82](#_Toc399447522)

[6.2 Системна интеграция (опционално) 82](#_Toc399447523)

[6.3 Планиране на тестването - тестови сценарии, процедури, ... 82](#_Toc399447524)

[6.4 Модулно и системно тестване 82](#_Toc399447525)

[6.5 Анализ на резултатите от тестването и начин на отразяването им 82](#_Toc399447526)

[6.6 Експериментално внедряване (технологични изисквания, инсталиране, условия, използване, ...) 82](#_Toc399447527)

[7. Заключение 83](#_Toc399447528)

[7.1 Обобщение на изпълнението на началните цели 83](#_Toc399447529)

[7.2 Насоки за бъдещо развитие и усъвършенстване 83](#_Toc399447530)

[8. Използвана литература 84](#_Toc399447531)

[8.1 Приложения 85](#_Toc399447532)

[Приложение 1 Терминологичен речник 85](#_Toc399447533)

[Приложение 2 Реализирани документи 86](#_Toc399447534)

[Приложение 3 Степен на изразителност на езиците за програмиране 86](#_Toc399447535)

[Приложение 4 “Ръчно” написан код генератор 87](#_Toc399447536)

[Приложение 5 Шаблони за генериране на базов код 87](#_Toc399447537)

[Приложение 6 Легенда на диаграмите за работни процеси 92](#_Toc399447538)

[Приложение 7 Карта на работните процеси 93](#_Toc399447539)

# Увод (3-5стр.)

## Актуалност на проблема и мотивация (0,5-1стр.)

## Цел и задачи на дипломната работа (1-2стр.)

## Очаквани ползи от реализацията (1-2стр.)

През 1985-а година Lehman и Belady изложиха така наречените Леманови закони. От тези пет, следните два закона(по-скоро хипотези), имат отношение към текущата работа:

**(1) Закон за непрекъснатост на промяната:** Програма, която се използва в естествена среда задължително трябва да се променя или прогресивно ще става все повече и повече неизползваема.

**(2) Закон за нарастващата сложност:** С развитието на една програма нейната структура става все по-сложна. Все повече ресурси са необходими за да се спазва и опростява нейната структура.

Целта на този документ е да предостави метод и решение за придържане към оригиналната структура на дадена система и опростяването й, което допринася възможността за **еволюирането на програмата**. Еволюция на програмата може да бъде корекция на грешки, подобряване на производителността или други атрибути, адаптиране на продукта към променена среда или добавяне на функционалност.

### Състояние на индустрията

Софтуера е фактор с нарастваща важност за разходите и печалбите на пазарните продукти, не само в рамките на традиционните „софтуерно доминирани” домейни като телекомуникации и информационни системи, но също така и в други технологично ориентирани отрасли като механика, авиация, астронавтика или развлекателна индустрия, чиито дял на разходи за разработка на софтуер е от 30-50 процента. Средната fortune-100 компания оперира с 35 милиона линии код с нарастване 10 процента на година (Buss et al., 1994).

Изучаването на различни случаи показва, че 60-80% разходите по софтуерен продукт произлизат от еволюции на програмите (Nosek and Palvia, 1990). Повече от 50% от времето за еволюция на програма се изкарва в разучаване на програмата, преди въпросната промяна да бъде проектирана и реализирана, което е показано в няколко различни случая (Fjeldstadt and Hamlen, 1984). Това се налага тъй като необходимата информация за задачата е често непълна и некоректно документирана и за това трябва да се извлече от изходния код. Отговорните за поддръжката, зле информирани и притиснати от сроковете на проекта, често коригират проблема локално, предимно в под-системите, с които са запознати най-добре. Тези локални промени често пренебрегват оригиналния дизайн и тъй като не са истински решения, а само третират проблема симптоматично, предизвикват проблеми в други части на системата и усложняват бъдещата работа по системата. Това е един порочен кръг, който завършва с докарването на една система до състояние, в което тя вече не може да се поддържа освен ако не се взимат превантивни мерки.

В днешно време много хора смятат, че софтуерните продукти на големите компании трябва да се изработват като сбор от софтуерни компоненти. Въпреки че е обещаваща, тази идея не е приложена на практика в голям мащаб до последните няколко години и до появата на индустриално силни компонентни модели като на Майкрософт: COM [R1]; OMG: CORBA и CCM [R2, R3]; Sun: JavaBean [R4] или Enterprise Java Bean [R6]. Компанията „Dassault Systèmes“ (**DS**) – световният лидер в CAD/CAM системи е инициатор в тази област. Компания развива патентован компонентен модел, който се използва успешно от години в развитието на CATIA [R8]. Добре е да се спомене също така отворената инициатива AUTOSAR [R7] набираща сила последните години в автомобилната индустрия, включваща в себе си компонентен модел. Наличността на толкова силни и иновативни компонентно-базирани техники може би ще образува основата на следващата значителна вълна на интерес към индустрията.

### Важност на Софтуерната Архитектура

Големите системи са разделени на подсистеми. Тези подсистеми, още познати като компоненти, и зависимостите м/у тях формират софтуерната архитектура на дадена система. Софтуерната архитектура е ключов актив описващ основните атрибути на дадена системата. Неуместна или влошена архитектура може да се отрази пагубно на поддръжката на една система. От гледна точка на поддръжка основните въздействия на софтуерната архитектура влияят на следните аспекти на дадена система:

**Яснота:** Софтуерната архитектура придава изглед на системата с високо ниво на абстракция. Този изглед представя на високо ниво, ограничения на системата, които трябва да са обозрими за поддържащия персонал и позволяват възможност за търсене само в архитектурната информация. Доста често неследването на оригиналния дизайн и последствията от това става ясно само на това ниво.

**Преизползване:** В архитектурата, разработчика не само може да открие компоненти, които могат да бъдат преизползвани, но той също може да открие зависимости към други части на системата, които трябва да бъдат удовлетворени при използването на даден компонент. Архитектурния дизайн доставя възможността за преизползване на компоненти и рамки, в които се интегрират компонентите. Извличането на архитектура също дава възможност за прилагането на продуктови линии основани на една и съща генерализирана архитектурна рамка.

**Еволюция:** Софтуерната архитектура може да бъде разглеждана като скелет на система, чието описание дава възможност за лесно идентифициране на потенциални проблеми при промяна на системата. Още повече описанието на зависимостите позволява промяна в компонент без да се нарушава останалата част на системата освен това дава възможност за анализ на продуктивността, съвместимост и преизползване. При наличието на тази информация не е необходимо да се третират грешките при компонентите, в които възникват, вместо това може да се проследи истинския им произход и да се коригира.

**Анализ:** Архитектурния анализ дава възможност за изследване на високо ниво на консистентността на системата, съответствието й към даден архитектурен стил, съответствие по дадени качествени критерии, също така специфични за дадения домейн анализи.

**Управление:** Задачи за поддръжка могат да бъдат давани на базата на дадена подсистема. Още повече софтуерната архитектура дава основа за реалистични естимации на разходите и рисковете на дадена промяна. Качеството на дадена система може да бъде оценено на базата на капацитета на архитектурата. Слабите части на системата могат да бъдат идентифицирани и измерени и подобрени. За дадени компоненти може да се вземе решение да бъдат редактирани или пренаписани отново.

Тъй като всички тези фактори са важни за развиването на системата, описание на архитектурата трябва да бъде възстановявано в случай, че такова липсва или е „изчезнало”. Най-добре такъв документ да се поддържа постоянно, включващ бъдещи промени. Въпреки това е възможно да се наложи инспекция на архитектурата на системата за да се видят разлики с документираната архитектура.

### Изледване на архитектурното възстановяване

Архитектурното възстановяване се състои в откриване на **компоненти** (изчислителни части) и **конектори**(точки на комуникация) в система.

**Възстановяване на компоненти:** Основна тема във възстановяването на компоненти е разпознаването на подсистеми (Schwanke, 1991), друга е възстановяването на обекти и абстрактни типове на данни. Въпреки, че разпознаването на абстрактни типове и обекти често се използва като техника за преизползване информацията, която ни дава е на ниско ниво.

**Възстановяване на конектори:** Конектори за последователни и паралелни системи са основните цели на възстановяването на конектори. Въпреки, че наследените системи са често последователни и монолитни. Извикване на функции е най-първичния и популярен тип конектор в такъв тип системи. Друг често срещан тип комуникация м/у подсистеми е чрез споделени глобални променливи. След конекторите на по-високо ниво откриваме атомарните компоненти.

## Структура на дипломната работа (0,5-1стр.)

# Реверсивен инжинеринг и възстановяване на дизайн

## Основни дефиниции

### Терминология на реинжинеринга и софтуерната подръжка

Следващите четери раздела съдържат стандартна терминология на реинженеринга. Определенията за реверсивен инженеринг, преструктуриране и реинженеринг са предложени от [R19]. *Фигура 1* изобразява връзките между тези термини.



Фигура 1 (Връзка между термините)

#### Традиционен инженеринг (forward engineering)

Софтуерното инженерство първоначално е смятано за стремящо се към развиването на нови системи, въпреки че включва реверсивният инженеринг и реинженеринга. За да се избегнат подзначенията на термина софтуерен инженеринг, се въвежда терминът *традиционен инженеринг*. Това е процесът на преминаване от абстракции на високо ниво и логически, неимплементирани проекти към физическата имплементация на една система.

#### Реверсивен инженеринг

Реверсивният инженеринг има точно обратната цел на традиционния инженеринг. *Реверсивният инженеринг* е процес на анализ на една субектна система за

* идентификация на системните компоненти и техните взаимовръзки и
* създаване на репрезентации на системата под друга форма или на по-високо ниво на абстракция.

Важно е да се отбележи, че реверсивният инженеринг не включва промяна на субектната система, или създаване на нова, базирана на реверсивно-инженерната система. Това е процес на изследване, а не на промяна или копиране.

#### Преструктуриране

Това е трансформацията от една репрезентативна форма към друга на същото ниво на абстракция, запазвайки външното поведение на системата (фунционалност и семантика). *Преструктурирането* често се използва като форма на превантивна мярка за подобряване на физическото състояние на системата във връзка с даден предпочитан стандарт.

#### Реинженеринг

*Реинженеринг*, познат още като реновация и регенериране, е изследването и промяната на една система, за да се реконструира в нова форма и в следващата имплементация на новата форма. Реинженерингът по принцип включва някаква форма на реверсивен инженеринг (за да постигне по-абстрактно описание), следвана от форма на традиционен инженеринг или преструктуриране.

### Терминология в софтуерната архитектура

Все още има спорове относно определението за софтуерна архитектура, но повечето специалисти са на едно мнение, че тя трябва да включва поне *компоненти* и *съединителни звена*, както и тяхната йерархична декомпозиция. Компонентите са изчислителните части и съединители, които описват връзките между тези компоненти ([R17] стр. 5; [R18] стр. 5). Основни примери за компоненти са абстрактни типове данни, задачи за „клиент-сървър“ или интерфейси и услуги; примери за конектори са процедурните извиквания, споделени глобални променливи, канали или Unix контакти (sockets).

#### Възстановяване (recovery) на архитектурата

Това е дисциплина от реверсивния инженеринг, която има за цел възстановяване на софтуерната архитектура на дадена система.

#### Компоненти

Големите системи са съставени от подсистеми, които могат да се управляват поотделно. Тези подсистеми от своя страна са разделени на по-малки подсистеми. Най-малката декомпозиция е **модул**, който може да съдържа само функции, подпрограми и типови декларации, докато една **подсистема** е груприане на модули или подсистеми на по-ниско ниво. Подсистемите и модулите са **статични архитектурни компоненти**, които се различават по състав. **Динамичните архитектурни компоненти** са примери за изчислителни единици, създадени по време на работа; напр. съгласуващи се задачи или опашки. Тази теза се отнася единствено за статичните компоненти. И все пак разпознаването на статични компоненти често е предпоставка за откриване на динамични, тъй като последните често са само примери на статичните компоненти, като опашка Х, създадена в работен режим, която е пример за абстрактна *Опашка*, имплементирана от статичен компонент.

Добрият дизайн стига до декомпозиция, в която модулите, както и подсистемите получават висока свързаност на отговорностите (*cohesion*) и ниско функционално обвързване (*coupling*). **Свързаността на отговорностите** на модул е степента, която трябва да достигнат индивидуалните му компоненти, за да извършат същата задача ([R15], стр.325). **Функционалното обвързване** (***coupling***)е степента на взаимна зависимост между модулите ([R16], стр.85).

Не съществува стандартно определение за модул. ([R16], стр.37), например, предлагат следната дефиниция:

***Модулът*** *е прилежаща поредица от програмни изрази, свързани чрез елементи и имащи сумарен идентификатор.*

Това определение от края на 70-те, когато структурният дизайн се базираше на предложеният метод, днес много прилича на определението за *функция*. Модулът в съвременните програмни езици е синтактична единица, която поддържа капсулирането. Съставена е от интерфейс на предоставените части и незадължителна скрита имплементация. Предоставените елементи са общи константи, променливи, подпрограми, потребителски типове и понякога – вложени модули.

При първия си дизайн е възможно модулите на една системна декомпозиция да покажат ниско ниво на свързване и висока кохезия, но по време на продължителна поддръжка, първоначалната декомпозиция може да се влоши. Например, функция F, която може да принадлежи на модул А, се слага в модул В. Така кохезията на модул В намалява, а свързването между A и В се повишава, тъй като F има нужда от подробности за имплементацията на А. Също така концепцията на А е делокализирана, защото отчасти е реализирана от В. Високото свързване и ниската кохезия затрудняват осъществяването на промени. Реинженерингът трябва да преструктурира системата така че съществената концепция на А да се имплементира единствено от модул А, за да се улесни бъдещата поддръжка.

Дискусията показва, че един реален модул невинаги съвпада с основната си концепция. Съществува отклонение между синтактичната и логическата единица. За да разграничим тези два типа единици, ще наречем последната **атомарен компонент**. Под „модул“ разбираме единствено синтактичната единица и така следваме типичната терминология на програмния език.

**Модулът** е синтактична единица, която се използва за групиране на обекти. Той е съставен от интерфейс и незадължителна имплементация. Обектите в интерфейса са достъпни за други модули; имплементацията е тайната на модула.

**Компонентът** е група свързани елементи с една обща цел, или концепция, важащи на архитектурно ниво. **Атомарен компонент** наричаме не-йерархически компонент, съставен от свързани общи константи, променливи, подпрограми и/или потребителски типове. За разлика от атомарния компонент, една **подсистема** е йерархичен компонент, съставен от свързани атомарни компоненти и/или подсистеми от по-ниско ниво.

Целта на преструктуриране на една система е да се реализира атомарен компонент от един модул. Един модул имплементира само един атомарен компонент за постигане на максимална кохезия и минимално функционално обвързване. На практика, степента на свързаност на отговорностите в един модул е различна. Следващият раздел описва това с подробности.

#### Свързаност на отговорностите на модули

Йордън и Константин ([R16], стр. 108) изброяват следните степени на свързаност на отговорностите:

* **Функционални:** модулът извършва само една определена функция.
* **Следващи:** модулът извършва повече от една функция, но те се появяват в ред, определен от спецификацията.
* **Комуникационни:** модулът извършва няколко функции, но върху едно изложение на данни (неорганизирано като един тип или структура).
* **Процедурни:** модулът извършва няколко функции и те са свързани само с основна процедура, засегната от софтуера.
* **Временни:** модулът извършва повече от една функции и те са свързани само от факта, че трябва да се извършат в един период от време.
* **Логически:** модулът извършва повече от една функции и те са свързани само логически.
* **Случайни:** модулът извършва няколко функции, които не са свързани помежду си.

Тези категории са изброени от най-желателни (функционални) до най-малко желателни. Класификацията е установена в края на 70-те, когато преобладава функционалната парадигма, а структурният дизайн е най-честият такъв метод. Скорошните тенденции към обектно-ориентираната парадигма – и оттук към езиците и методите, които подкрепят абстрактни данни от модули – на пръв поглед сякаш си противоречи с традиционните представи. Един модул, базиран на абстрактни данни може да има няколко различни функции; но всички те са свързани в смисъла, че характеризират типа абстрактни данни, или по-общо казано: атомарният компонент.

## Подходи, методи (евентуално модели и стандарти) за решаване на проблемите

* Тази секция се пише след теоретичната част и след като е формулиран проблема. Тук първоначалния проблем се разделя на няколко под проблема според някакви критерии. Резултата от този анализ служи като основа за избора на модел или метод в следващата секция.
* refs/Issues in Reengineering the Architecture of Evolving Component-Based Software.pdf – структуриран и пълен текст
* refs/SW Arch Recovery and Modelling - brief.pdf
* refs/Towards an Architecture for Refactoring Embedded Software for Ubiquitous Environments - brief.pdf
* refs/An Environment for Architecture Reconstruction - brief.pdf

### Реинженеринг и компонентно-базиран софтуер

Компонентната технология осигурява известна гъвкавост, която не може да бъде постигната от която и да е друга традиционна технология. Някои големи компании вече са разработили големи и успешни компонентно-базирани софтуерни продукти. Много други са в процес на усвояване на тази технология.

#### RE като помощник в съзряването и еволюцията на CB софтуера

Приемаме, че вече е достъпно едно прилично количество компонентно-базиран (CB) софтуер. Съответните RE трансформации са вътрешни за CB вълната. Например, реверсивният инженеринг започва с имплементацията на компонентно-базиран софтуерен продукт и опитва да възстанови компонентно-базираните концепции. Приложимостта и сложността на всички реверсивно-инженерни трансофрмации до голяма степен зависят от (1) въпросния компонентен модел и (2) информацията, която ще бъде извлечена.

Някои факти са тривиални за извличане, когато компонентната инфраструктура осигурява съоръжения за самонаблюдение. Други факти са много по-сложни и изискват RE техники. Нашият опит говори, че възстановяването на информация за компонентната вътрешна структура обикновено е възможно.

Възстановяването на връзки и следователно на цялостната топология, би могло да бъде тривиална задача, ако връзките се материализират (externalized), или сложна задача, ако връзките се поставят дълбоко в кода (напр. COM, JavaBeans, EJB). Заради полиморфизма и други късни свързващи механизми, това не може да бъде постигнато само с анализ на изходния код. Често архитектурата става известна едва след като се зареди. Още повече, че архитектурата може да се развие динамично по време на изпълнението. Във всички случаи е ясно, че за да са полезни RE техниките за CB софтуера, трябва да се базират и на статична, и на динамична информация. Статичната информация трябва да бъде извлечена от широк кръг източници, включително изходен код, но и конфигурационни файлове, дескриптори и т.н. Добрата новина е, че получаването на информация по време на работа на компонентно ниво може да е лесна задача, когато се осигурят съоръжения за наблюдение на компонентната активност.

Когато проблемът с извличането на информация се реши, почти всички техники в RE могат да бъдат разгледани и адаптирани към контекста на компонентно-базирания софтуер. Преструктурираните компоненти скоро ще се превърнат в проблем, тъй като днес няма ясна представа за това какво е „добър“ компонент. Компонентно-базираните метрики трябва да бъдат определени, оценени и т.н.

Друга интересна гледна точка е, че не е нужен само заради еволюцията на софтуера, но и за еволюцията на „езика“ (компонентния модел), използван за написването му. След известно време един голям компонентно-базиран софтуер може да съдържа части от код, написан с различни версии на компонентния модел. Подръжката и локализацията на остарялите конструкции и смяната им с по-нови, може да се окаже много важно, особено когато големите издания покажат несъвместимост.

#### RE като помощник за миграцията към компонентно-базирана технология и интеграция с традиционните технологии

Трансформациите, описани по-горе, имат смисъл само за компании, които вече разполагат с компонентно-базиран софтуер. Други възможни RE трансформации започват от традиционен софтуер и създават компонентно-базирани такъв. В този случай, голяма част от извършената работа по традиционния софтуер може да бъде използвана отново след известни настройки, тъй като се променя единствено целта на трансформацията. Например в последните години се работи много усилено в посока откриване/възстановяване на „компоненти“. Терминът „компонент“ тук се използва в широкия си смисъл, но тези функционални единици могат да се застъпят от компоненти, както е определено от компонентните модели.

Добрата новина е, че някои компонентни технологии като CCM директно осигурява съоръжения за обвиване на наследен код. Например един CCM компонент може да бъде разделен на много различни „сегменти“ и „изпълнители“, които могат да бъдат приложени в използваните езици. Всъщност не става ясно дали компонентът, открит по този начин ще съставлява „добър“ компонент от гледна точка на компонентно базирания модел. Във всеки случай, ще бъдат нужни допълнителни усилия, за да се оползотвори пълния потенциал на компонентната технология. От една страна, компонентният модел осигурява по-богати комуникационни протоколи, например събитийна комуникация. От друга страна, подобни компонентни инфраструктури от EJB и CCM осигуряват услуги като управление на транзакции, постоянство и др.

### Среда за архитектурна реконструкция

Описанието на софтуерна архитектура трябва да предаде основни решения, взети по време на разработването на дизайна на системата. Ран **[R9]** ни насочва че основните решения за дизайна са тези, които които ще е скъпо да променим, следователно и най-критични за разработката и поддръжката на системата. Има четери категории дизайнерски решения: *концепции, архитектурно значими изисквания, структура и текстура*. Концепциите се отнасят до начина, по който мислим за системата (напр. В операционна система могат да се използват концепции като задачи , процеси, опашки и т.н.). Решенията за системаните концепции са вероятно най-важните и трудно могат да се променят в следващите стадии на разработка. Архитектурно важни изисквания са основните проблеми, които трябва да се адресират с подходяща софтуерната архитектура. Те трябва да се фокусират върху критичните характеристики, които искаме да постигнем със системата. Структурата описва декомпозицията на системата в взаимозависими компоненти и техните зависимости на правилно ниво на абстракция. Текстурата се отнася до дизайнерските решения, които са влиаят имплементационно ниво и са архитектурно зависими (дизайнерски шаблони, политики). Според **[R9]** дефинираме софтуерната архитектура като *„множество от концепции и диазйнерски решения за структурата и текстурата на софтуера, които трябва да направим преди съответната разработка за да позволим ефективно задоволяване на архитектурно значими, експлицитни функционални и качествени изисквания, както и имплицитни такива на даден проблем и конкретните домейни на приложение“.*

Архитектурната реконструкция (или реверсивна архитектура) засяга задачата за възстановяване на дизайнерски решения, които са били взети по време на разработване на системата. Те се състоят от решения, които са били изгубени (тъй като не са били документирани или разработчика е напуснал) или са непознати (например, допускания, които не са били взети в предвид първоначално). Целта е да се хвърли светлина във всички категории на дизайнерските решения, които са свързани с описанието на софтуерната архитектура. Реконструкцията се изпълнява на базата на изучаване на наличните артефакти (документация, изходен код, експерти) и посредством извличане нова архитектурна информация, която не е била очевидна първоначално. Подхода може да се обобщи със следния четери-стъпков итеративен процес **[R10]**:

#### Дефиниране на архитектурните концепции:

Целта на тази фаза е да се възстанови и изясни архитектурно значимите концепции, които изграждат системата. Тези концепци представят начина, по който разработчиците мислят за системата и те трябва да станат терминология на процеса по реконструкция. Те представляват изграждащите блокове на системата и комуникационната инфраструктура, която позволява на компонентите да комуникират по време на изпълнение. Тези концепции би трябвало да са видими в референтия архитектурен документ в противен случай трябва да се извлекат посредством реверсивен инженеринг. Стъпката също трябва да идентифицира начина, по който архитектурните концепции са свързани с имплементацията. В разпределените системи, архитектурните концепции могат да бъдат апликации, сървъри, софтуерни транспортни среди, докато в операционните системи могат да бъдат задачи, процеси, опашки, споделени памети и т.н. Текстурите също биха могли да се причислят към тази фаза. Например дизайнерски шаблон може да крие модел на взаимодействие, който е архитектурно значим.

#### Събиране на данни

Тази фаза събира информация описваща софтуерната архитектура на системата. Създаваме модел на системата, чиито части са инстанции на концепциите идентифицирани във фаза 1. Правилен избор на концепции ще подсигури, че моделът e съставен от единици на правилното ниво на абстракция. Тази фаза основно се грижи за събирането на информация от колкото за обосноваване на архитектурата. Така, че тази задача може лесно да се автоматизира с подходящи иснтрументи

Различни източници на информация са въвлечени в този процес. Изходния код от една страна за статичен анализ и симулация за динамичен анализ. Освен отва документация, софтуерни диаграми (например съхранени в CASE инструменти), експерти също могат да допринесат за създаване и допълване на модела.

#### Абстракция

Модела от предходната фаза е обикновенно с много ниско ниво на абстракция. Целта на тази фаза е да обогати модела с абстракция подхождаща на дадения домейн, което ще допринесе за по високо ниво на изглед на системата. Познати абстракции могат лесно да се добавят към системата. Непознатите абстракции трябва да бъдат идентифицирани от архитект, категоризирани, наименовани и след това нанесени в модела. Тази дейност се извършва ръчно от архитект и след това се фиксира в правила за абстракция. Процеса на абстракция трябва също така да произведе архитектурни изгледи, които ще се представят в последната фаза.

#### Презентация

Архитектите трябва да презентират реконструираната архитектура в различни изгледи. Тези изгледи могатда бъдат: логически, процесни, физически и свързани с разработката, като форматите могат да бъдат различни.

## Съществуващи решения (практически реализации)

* Тази секция е за да даде теоретична основа, която да позволи да се разберат аргументите в следващите части от работата.
* Тази секция също обобщава друга подобна работа, която съществува в областта, как тази работа е била свършена, какви резултати съществуват. Също референции към съответната литература.
  + - Тази секция е за да покажете, че сте компетентен в областта на дипломната работа и че познавате съществуващата работа.
    - [RIGI](http://www.rigi.csc.uvic.ca/)
    - [Software Architecture Mining](https://researcher.ibm.com/researcher/view_project.php?id=469)
    - refs/ An Orchestrated Multi-view Software Architecture Reconstruction Environment.pdfw
    - refs/ Workshop on Dynamic Analysis.pdf - Program Analysis: A Hierarchy (1. Introduction)
    - refs/Reverse Engineering a Large Component-based Software Product.pdf

### Оркестрирана много-изгледна среда за софтуерно архитектурна реконструкция

#### Предложения за много-изгледен анализ

Предложеното решение се състои от много-изгледен модел и много-изгледен процес (*Фигура 2* и съответно *Фигура 3*). Много-изгледният модел предтавя връзките между трите изгледа *дизайн, поведение* и *структура* в една диаграма на класовете, където сценариите са основните елементи за извличане и съвместна работа на трите изгледа. Много-изгледният процес на *Фигура 3* показва цялостния механизъм за извличане на три изгледа на софтуерната система. По време на процеса се генерират сценарии с помощта на доказателства, изведени от знанията на потребителя относно домейна на приложението, взаимодействието между система и потребител, системните документи от високо ниво (които са налице) и потребителските ръководства. Структурата на сценариите трябва да съответства на обикновен синтаксис на израз. Структурираните сценарии се анализират, за да се генерира изглед за проектиране на софтуерната система, представлявана от 2 типа диаграми: *диаграма на същност-връзка* (E-R) и *диаграма на дейностите*. Тези диаграми представляват имплементираната функционалност и главната системна информация, които се манипулират от дейностите. За възстановяване на изглед на режима на работа, потребителят изследва изгледа за проектиране и избира определени свойства, които да се използват от възстановителния процес. За всяко специфично свойство се определят сценарии, всеки от които притежава въпросното свойство. Изпълнението на тези сценарии на инструментирана софтуерна система генерира отпечатъци, които след обработка ще *шаблони на изпълнение*. Всеки такъв шаблон е поредица от изходен код извиквания на функции, които са често срещани във всички сценарии.



Фигура 2 (Примерен много-изгледен модел [диаграма на класовете], представящ връзките между три изгледа)



*Фигура 3 (Примерен много-изгледен процес за извличане на 3 изгледа от една софтуерна система)*

Повтарянето на този процес за колекция от свойства ни позволява да определим реализацията на софтуерните свойства в изходния код, а именно основните функции. Накрая всяка група основни функции, имплементиращи дадено свойство ще бъдат използвани като ядро на клъстер при възстановяването на структурния изглед, за да може да се създаде по-голяма група свързани функции. Структурният изглед използва връзките между функциите, за да определи близостта на други функции с ядрото на всяки клъстер, което в последствие генерира групи, представляващи софтуерните компоненти.

Цялостният процес в много-изгледна рамката ни позволява да свързваме диаграми с абстрактен дизайн към конкретната имплементация на функционалните елементи на изгледа за проектиране.

#### Генериране на изглед за проектиране

В този раздел се обсъждат стъпките за трансформиране на знанията в текста на сценариите в информация, свързана с проектирането и представлявана от два типа диаграми: *диаграма „същност-връзка*“ и *диаграма на дейностите*, използвайки процеса, изобразен на *Фигура 5*. Този подход генерира и структурира редица сценарии, след което използва сценариен домейн модел, за да превърне изградените сценарии в съставки на усвоените проектни диаграми. Този процес се състои от три стъпки:

**Стъпка 1 (генериране на сценарий)**

Сценариите са основните елементи, които организират предложената много-изгледна възстановителна рамка на архитектурата. Приемаме структурирана текстова репрезентация на сценарии, която съответства с обикновения синтаксис на *Фигура 4*. В този синтаксис всеки сценарий се състои от поредица от един или повече *участници (actors), действия* и *работна информация*, всеки от които могат да имат нула или повече ограничения, които ще бъдат определени в *стъпка 2*. Можем да генерираме синтактично правилни сценарии, които ще бъдат декомпозирани, с помощта на домейн моделът, за да се запълни базата знания на сценарийни шаблони и да се използват отново бизнес правилата в подобен случай. Източниците за генериране на сценарий са доказателства като: потребителски интерфейс, ръководство за потребители и знанията на потребител-специалист за системата.

**Стъпка 2 (декомпозиция на сценарий)** Диаграмата на класовете на предложения сценариен модел е представена на *Фигура 6*. Този модел трябва да осигури класова информация в сценарии от различни области на приложение. След прилагане този модел над три системи, включително система обслужваща ресторанти за бързо хранене, инструмент за рисуване Xfig и софтуер на банкомат. Текстът на структурираните сценарии се анализира с помощта на този домейн модел и получените инстанции на класове в модела се записват в обектната база. Схемата на тази база има елемент за всеки клас на домейн модела, както и индексен запис като основен ключ.

Както показва *Фигура 6*, в този модел всеки пример за сценариен клас се състои от един или повече примери за *участник, работна информация* и *класове на изпълнението,* както и нула или повече примера за подчинени класове и ограничителни класове.



Фигура 4 (Синтаксис на регулярен израз за генериране на сценарий, където “+” и “0..М” [“1..N”] представляват композиция)



Фигура 5 (Генерация на изглед на дизайна базиран на задачния сценарий и сценарий базиран на домейна на модела)



Фигура 6 (Сценарий за домейн базиран модел, който се използва за сканиране на сценарий и попълни обектната база)

Отдолу са представени класовете на предложения сценариен модел:

* *Тип потребител/участник (актьор):* това е „човек“, „система“ или „системен компонент“, който общува с другите потребители по време на изпълнение на сценарии.
* *Действие:* действието, извършвано от потребителя по време на изпълнението на сценариите. По принцип действието манипулира пример от Работната информация. Действията могат да бъдат 3 типа: *въвеждане (input), вътрешно действие (internal), извеждане (output),* базирани върху обхвата на работната информация.
* *Работна информация:* това е информацията, която се обработва (разменя, пренася, съобщава, запазва в системата и т.н.) от потребителя по време на изпълнение на сценария.
* *Зависимост:* това е връзката между два примерни класа *Потребител, Действие, Работна информация.* По време на реализиране на сценария, зависимостите се установяват между новогенерираните примери на домейн модел класове (отговарящи на въпросния сценарий) и между новогенерираните и старите примери в базата. Зависимостта може да е *информационна зависимост* или *завимисост на действието.*

Предложеният домейн модел на *Фигура 6* включва *класово ограничение.* То се състои от информация за ограниченията, които могат да се свържат със случаи от всеки подклас на *Информация, Действие, Зависимост.* Примери за тези ограничения включват: *капацитет, обхват на стойност, поредно число, време, привилегия* и др.

**Стъпка 3 (генериране на дизайн)** В тази стъпка диаграмите „същност-връзка“ и диаграмите на дейностите се генерират със случаите на класовете на домейн модела, запазени в обектната база.

* *Диаграма „Същност-връзка“.* Примерите на класове *Потребител* и *Работна информация* в базата са кандидат-същности в отговарящите им атрибути в диаграмата „Същност-връзка“. А примерите на различни подкласове на зависимост на данните са кандидат-връзки, свързващи различни същности и определящи атрибути на тези същности.
* *Диаграма на дейностите.* Примерите за класове *действие* са кандидат-дейности в диаграмата на дейностите. А примерите за различни подкласове на *Action dependency* свързват други елементи от диаграмата на дейностите като: периферия, ромб, съединения и разклонения.



Фигура 7 (Възтановка на поведенчески изглед базиран на шаблони на изпълнение използван да идентифицира функционалности на дадена част от кода)



Фигура 8 (Колекция от 7 опитини изпълненя. Различните типове оцветени полета отговарят на три различни шаблона на изпълнение)

Предложеното генериране на изгледа за проектиране от сценарии е систематичен подход за превръщане на неформалната информация от сценарии в добре оформени диаграми. В следващия раздел ще е показано как диаграмите за генериране на изгледа за проектиране се прилагат за осигуряване на свойства и сценарии, използвани за възстановяване на работния режим в системата.

#### Възстановяване на поведението

*Фигура 7* показва стъпките за възстановяване поведението на една софтуерна система като начин за идентифициране реализацията на софтуерните свойства от функциите на изходния код. Стъпките са:

**Стъпка 1** Както се споменава в точка 2.3.1.1, важните свойства на една софтуерна система се идентифицират като резултат от процеса на генериране на дизайна. Диаграмата на дейностите ни помага да определим редица сценарии, които изследват едно софтуерно свойство. Наричаме ги поредица от сценарии със специфични свойства. Например, в случая на софтуерна система за рисуване, група сценарии, които споделят операцията „премести“, за да преместят начертана фигура на компютърния екран ще създаде подобна сценарийна система със специфични свойства. Софтуерната система трябва да изработи *следи на изпълнение*, при задействане на сценарий в системата. Основна пречка в анализа на една система е големият размер на следите на изпълнение, които затрудняват анализа. За да може да се работи с големия размер на следите, филтрираме всички излишни функции.

В останалата част на раздела, ще опишем прилагането на техниката на извличане на последователни шаблони, за да намерим групи функции в *следи на изпълнение*, отговарящи на определени системни черти. Въпросната техника се използва за извличане на често срещани шаблони сред поредиците транзакции. В тази книга използваме гореспоменатата техника, за да извлечем често появяващи се функции сред следите на изпълнение на програмата. Извлеченият шаблон се състои единствено от прилежащи части на следите на изпълнение. Тази характеристика създава смислени шаблони на изпълнение, които отговарят на основните функции, имплементиращи специфични функционални свойства на системата. Чрез предложения подход различаваме два типа шаблони:

* *Общи:* Общият шаблон съществува в по-голямата част от отличителните сценарии, изпълнявани в системата. За да извлечем такъв шаблон, трябва да използваме филтриращия механизъм, за да изключим отличителните шаблони от тази група. Пример е шаблонът на функционалните случаи, създаден от инициализиращия компонент от всяко изпълнение на програма.
* *Отличителни (feature-specific):* Всеки шаблон в тази категория отговаря на основните функции, които имплементират дадена функционалност от отличителния сценарий. Подобен шаблон съществува в повечето части на един отличителен сценарий. Както вече споменахме общите шаблони се извличат заедно с отличителните шаблони. Отделянето на тези два типа шаблони се обсъжда по-нататък в раздела.

*Фигура 8* показва колекция от седем опитини изпълненя и отговарящите извлечени изпълнителни шаблони, включващи и отличителни, и общи шаблони.



Фигура 9 (Извличане на структурен изглед базиран на максимална асоциативност и клъстерна оптимизация)

**Стъпка 2** (анализ на шаблони на изпълнение). Фокусираме се върху шаблоните на изпълнение, които отговарят на определени черти на сценария. В този контекст, разработваме структурните характеристики на концептуалната мрежа, за да отделим функциите, характерни за една специфична функционалност от групата функции, които имплементират базови функционалности. В контекста на концептуалната мрежа, атрибутите, които се споделят сред повечето обекти, се появяват в горната част на мрежата и обратно. В нашата концепция за анализ на мрежата обектът е черта от отличителния сценарий, а атрибутът е фунция, участваща в изпълнителните шаблони на същия сценарий. Тъй като общите функции се изпълняват почти във всички отличителни сценарии, те се появяват в горната част на мрежата. От друга страна, функциите, които са характерни само за определени черти/свойства на софтуера, се намират в долната част на мрежата. В резултат на това се идентифицират основните функции, които имплементират само някои свойства на системата.

В допълнение към основното приложение на примерното възстановяване на поведението, като идентифициране на софтуерната имплементация в изходния код, този подход е използван за: 1) измерване на свързаността на функционалните свойства сред структурните модули; 2) оценяване на структурната свързаност на софтуерните модули и 3) визуализиране на функционалното разпределение на специфични черти в графична решетка. В следващия раздел ще обсъдим как да използваме резултата от изгледа на поведението, за да осигурим семантика на възстановяването на структурния изглед на системата.

#### Възстановяване на структурен изглед

*Фигура 9* показва стъпките за възстановяване на структурния изглед на софтуерната система, който генерира свързани софтуерни модули от функции на изходния код. Процесът се състои от 2 основни стъпки: *извличане на факти* и *реконструкция на модула.*

**Стъпка 1** (*извличане на факти)* В тази стъпка софтуерната система генерира абстрактно синтактично дърво (AST), което съдържа всички структури, отговарящи на програмния език на софтуерната система. Например използвайки графична схема, която дефинира критерии на архитектурното ниво за възстановяване на софтуерни модули и техните връзки, създаваме графична репрезентация на софтуерната система и я запазваме във базата от факти. Имайки предвид броя критерии в една средно голяма софтуерна система (обикновено повече от 1000), търсенето на източник на графиката е сериозен проблем. Оттук трябва да ограничиим търсещия домейн за всеки модул към група приемливи критерии. Прилагаме алгоритми за разработване на данни, базирани на асоциации върху графиката в по-малки области (домейни за изследване), където всеки такъв домейн се състои от няколко критерия, които са свързани със критерий от този домейн, така нареченото *основно звено*. След това ограничаваме търсенето на всеки модул към един или повече от тези области.

**Стъпка 2** *(реконструкция на модула)* Извършваме контролирана оптимизация на групирането, която постепенно генерира софтуерни клъстери, като свързани модули от функции, свързани помежду си чрез импортирани и експортирани функции. Всеки модул се състои от едно или повече *основни* *звена*, докато основните функции на модула и под-оптимална версия на A\* търсещия алгоритъм се използват за събиране на групата от високо асоциирани функции в един модул. Пространството на търсене за модула е ограничено до функциите в домейните на търсене на съответното основно звено. Определяме метрическа система на сходства, базираща се на група същности с максимална асоциация на свойствата. Тя се определя във формата на максимална поредица от критерии, които имат еднакви връзки с всеки член на друга максимална поредица от критерии. Оттук тези групи притежават по-голяма свързаност и са подходящи за създаване на клъстери, базирани на метриката за подобие на свързани критерии. Тя кодира структурното свойство на групите на максимално асоциираните същности.

Структурното възстановяване без съдействието на предложените много-изгледи, разчита на улеснения чрез инструменти, които генерират списък с най-високо квалифицираните *основни звена* за следващото възстановяване. Докато този метод създава свързани модули от функции, не може да създаде смислени такива, тъй като основните функции се избират за основата на статични структурни свойства, а не на функционалността на основните звена. Така предложеният метод осигурява основни функции като модулни основни звена, които имплементират смислени софтуерни черти. Тези софтуерни черти се извличат от диаграми на дизайна, произлизащи от функционалните изисквания на софтуера. На *Фигура 9* основните функции от изгледа на поведение се използват, за да се създадат семантично смислени групи като системни компоненти.

Тези техники могат да се класифицират като „автоматични или контролирани“ и „ориентирани към потребителя“. Те се опитват да преструктурират оригиналната система в нова, като така тя е съставена от висококачествени модули по отношение на високата свързаност и ниското функционално обвързване. Тази техника трябва да отгоавря на определени изисквания в новите среди за софтуерно архитектурно възстановяване, включително: участие на потребителя, за да направлява процеса, според знания за домейна/документа; постепенно възстановяване, позволяващо частично системно възстановяване; декомпозиция на йерархията, която да се справи със сложните проблеми, присъстващи в анализа на големи системи. Тази техника служи като ефективен помощник на потребителя, осигурявайки адекватно ниво на автоматизация и полезна информация, за да може потребителят да изследва и контролира възстановителния процес.

### Компонентният модел на Dassault Systèmes (DS)

В средата на 90-те, когато DS започват развитието на CATIA V5, се разбира, че обектно ориентираната технологията има сериозни ограничения и че C++ не отговаря на всички изисквания. Двата най-важни аспекта са следните:

* **паралелно проектиране.** С++ обектите са прекалено близко свързани: дори една минимална промяна може да предизвика голям брой прекомпилирания. За продуктите на големите компании и ограниченията при паралелното проектиране, това е голям проблем.
* **възможности за разширяване.** Основните клиенти и партньори на CATIA трябва да могат да разширят DS компонентите със собствен код, дори без наличието на изходния код.

За да се решат тези (и други) проблеми, DS създават компонентен модел, заемайки идеи от COM, Corba и Java. Следва кратко и неформално описание на „Обектен редактор“ (ОР). Въпреки името си, ОР се разглежда най-успешно като компонентен модел.

#### Концептуално ниво

ОР компонентите са части от код, които могат да бъдат манипулирани чрез използването на интерфейс. Интерфейсите могат да бъдат разгледани като абстрактни проксита за реални обекти, които получават клиентски заявки и ги препращат към компонента, реализиращ интерфейса. Концепцията за интерфейса помага в подхода към проблема на паралелното проектиране, тъй като отделя интерфейсните клиенти от промените на компонентната имплементация.

По-точно казано, един компонент е съставен от установени елементарни частици код, наречени *имплементации* (реализирни от С++ клас). Една от тези имплементации е основата (на компонента). Други имплементации, наречени „разширения“, могат по-късно да бъдат добавени към основата, за да разширят компонента. Важно е да се отбележи, че разширенията се отнасят към основата, но основата игнорира факта, че се разширява. Това позволява добавянето на ново разширение в по-късен етап, без да има нужда от прекомпилиране на основата, или на някое от останалите разширения.

#### Ниво на реализация

Всички концепции на ОР се имплементират по отношение на С++ единици. Например, и интерфейсите, и реализациите се представляват от С++ класове. Всъщност нивото на реализация е много по-сложно, тъй като картографирането не е едно към едно: реализацията на една ОМ единица може да създаде много С++ единици. Още повече, за дадена концептуална единица има много възможности за реализация: за да подобри изпълнението и да отговори на други нефункционални изисквания, компанията DS проектира и изпробва широк кръг от релизационни техники. Всички те позволяват създаването на подходящи компоненти, но в същото време разработването и поддръжката на тези компоненти е доста сложна задача.

За да се контролира софтуерът, ОР концепциите се превеждат в С++ код, с помощта на шаблони. Този подход много си прилича с подходите на други компонентни модели (пример [R4]). В случая на ОР се добавя допълнителна информация в изходния код чрез макрота (macros). Това облекчава постоянното писане на различни кодове. Някои от тях също се създават автоматично.

#### Често срещани проблеми

ОР успешно се използва за изграждането на големи софтуерни продукти (стотици приложения, съставени от хиляди компоненти, разработени от стотици софтуерни инженери). Появяват се няколко проблема:

* **Нужда от концептуален изглед.** Софтуерните инженери описват компоненти, използващи нискокачествени механизми на реализационно ниво (например макро). ОР концептуалните единици са смесени с огромно количество С++ код.
* **Нужда от централизирано описание.** Информацията за една ОР единица често се разпределя сред много различни файлове, включително и изходен код и речници.
* **Нужда от формализация.** ОР компонентният модел неформално се дефинира чрез огромна документация. Независимо от това, че е много ценна, тази документация често се оказва неточна, а много от реализационните ограничения са зле документирани. Освен това, тъй като реализационните техники се развиват с времето, за да се осигури постоянно подобрение, най-точната информация идва само от опитни софтуерни инженери.
* **Нужда от специализирани инструменти.** Софтуерните инженери разработват и поддържат компоненти, използвайки традиционни С++ инструменти. Въпреки че са подходящи за изпълнение на повечето задачи, тези инструменти не могат например да разберат софтуерния режим на работа на концептуално ниво. DS също разработват различни инструменти, които да се справят с определени проблеми, но възможностите им са ограничени.

И наистина ОР моделът, както други компонентни модели (COM, CCM и др.), е труден за научаване и разбиране. Опитните софтуерни инженери се учат как да изграждат компоненти, но често се затрудняват при установяване на проблема, когато софтуерът, който са разработили, не демонстрира очаквания режим на работа.

Липсва ясна картина на цялостната компонентна структура на концептуално ниво. Реализационното ниво е налице, но съдържа прекалено много технически детайли. Реверсивният инженеринг осигурява логически подход към тези проблеми, тъй като целта му е да *„създаде репрезентации на системата под друга форма, или на по-високо абстрактно ниво“* . И все пак, докато повечето техники на реверсивното инженерство се занимават с традиционни и ясни концепции, проблемът тук е да се справим с реверсивното инженерство на компонентно-базирани софтуерни системи, което е сравнително нов проблем.

#### Създаване на инструменти за реверсивен инженеринг

DS създават мета-модел за описание на компонентния модел. Той не само подобрява разбирането на компонентния модел, но и осигурява много добра основа за изграждане на реверсивно-инженерна платформа, върху която може да се изгради голяма поредица инструменти, вариращи от обикновени инструменти за визуализация до такива за сложен анализ или преструктуриране. Това включва, наример, инструменти, засичащи нарушения на заложените ограничения. Разработката на тези инструменти от нулата определено не е рентабилна. За щастие, от мета-модела може да бъде генерирана обща платформа.

##### Платформа за реверсивен инженеринг

*Фигура 10* показва опростен изглед на цялостната архитектура на платформата. Тази традиционна архитектура за подобна среда на реверсивен инженеринг е съставена от следните части:

* **Екстрактори** (*Extractors*)**:** Първата стъпка е да се извлече информация от конкретни софтуерни артефакти. В нашия случай се анализират изходният код и речниците.
* **Хранилище** (*Repository*): Хранилището играе централна роля в средата. Една от важните черти на нашия подход е че структурата на това хранилище се извлича директно от мета-модела.
* **Инструменти** (*Tools*)**:** Инструментите генерират различни изгледи на хранлището. Докато някои инструменти генерират определени такива, общите инструменти използват спецификация на изгледа, който ще бъде генериран. Както ще видим, мета-моделът може да бъде използван директно, за да изрази информацията, която ще се покаже.



Фигура 10 (DS платформа за реверсивен инженеринг)

##### Пример за инструменти за визуализация

Показването на компоненти бе първото приложение на нашата платформа за реверсивен инженеринг. Беше доста интересен експеримент, тъй като компонентите са изградени чрез използването на макрота и други механизми от ниско ниво, разгърнати над голям брой файлове. Софтуерните инженери така и не са „виждали“ тези компоненти.

##### Визуализиране на компоненти с универсален инструмент.

*Фигура 11* показва вътрешният изглед на компонент, показан чрез **GSEE** (Среда за изследване на универсален софтуер). Компонентът е представен като дърво от лявата част на прозореца и като диаграма отдясно.

Самата GSEE е универсална среда. Всички елементи в мета-модела могат да бъдат използвани. Може да се извлече и допълнителна информация, благодарение на команден език, който е близък по функционалност до OCL. Основният плюс на инструмента GSEE е, че прави възможно показването на каквато и да е информация, присъстваща в repository-то почти без усилия.



Фигура 11 (основен изглед на GSEE)

## Избор на критерии за сравнение и сравнителен анализ на решения/методи/стандарти/...

### Критерии

#### Функционалност

Това е основния критерий, по който ще сравняваме изложените решения. Начина по който те възстановяват архитектурна информация на базата на изходен код се различава. Основно инструментите за анализ изпълняват следните основни функционалности:

* **Структурен анализ** – възможността на иснтрумента да извлича компоненти и връзки между компоненти (конектори), както и статични свойства на самите елементи (локални типове данни, променливи, константи и т.н.)
* **Динамичен анализ** – способността на инструмента да извлича динамичен изглед, интеракция между статичните елементи. Това включва детайлно описание изпълнението на отделните задачи и/или процеси заложени в анализирания код. Възможни са два подхода при извършването на този анализ:
  + *Статичен анализ на кода* – посредством обхождане на всички артефакти на изходния код, представяме извикванията на функции в граф (или обектен модел), на базата на който извличаме представителна динамична архитектурна информация.
  + *Анализ при изпълнение на кода* – посредством предварително подготвени тестови сценарии и предварително инструментиран код получаваме дървета на извикване на функции, които след обработка представяме като динамична архитектурна информация.
* **Мета-модел** – представянето на всички архитектурни елементи посредством единен модел, на базата на който могат да се изграждат модели представящи архитектурата на множество софтуерни системи. Въвеждането му дава възможност за стандартизация на комуникация на множество инструменти вариращи от инструменти за визуализация до такива за комплексен анализ и преструктуриране.

#### Гъвкавост

* **Степен на покритие на потенциални архитектури** – възможността на инструмента да се използва за широка гама от архитектури. Существуват два варианта:
  + *без предварителна подготовка* – инструмента е достатъчно гъвкав за да няма нужда да му се задават специфични критерии за конкретния изходен код под анализ
  + *с предварителна подготовка* – необходимо е предварително залагане на критерии преди анализ на даден изходен код.
* **Оперативна съвместимост** - способността на инструмента да оперира свъместно с външни системи и стандарти.

#### Лекота на употреба

* **Потребителски интерфейс**
  + инструмента позволява лесно задаване и изпълнение на анализа над даден изходен код, посредством например интуитивен графичен интерфейс.
  + възможност за наблюдаване на резултата от анализа в графичен вид.

### Сравнителен анализ

И двете предложени решения извършват *структурен анализ*, като много-изгледната среда за архитектурна реконструкция (*2.3.1*) прави този анализ без предварително дефиниране на критерии за компоненти и конектори. За разлика от предложението на DS, което има предварително дефинирани екстрактори (*Фигура 10*) подготвени за спецялно за компонентия модел. Съответно първия инструмент може да се класифицира като по-гъвкав и универсален, от друга страна инструмента за анализ на DS е настроен точно за техния компонентен модел, съответно ще дава много точни резултати когато е приложен над техния код.

Що се отнася до *динамичен анализ*, имаме ясно изразена стратегия в първия предложен инструмент за анализ, като метода по който се извършва е от типа *анализ при изпълнение на кода*. За решението на DS нямаме доказателство, че такава функционалност съществува.

От двата инструмента решението на DS залага използването на мета-модел за техния компонентен модел, което автоматично открива възможност за създаването на много спомагателни инструменти работещи на базата на мета-модела, което подобрява и неговата *оперативна съвместимост*.

Инструмента за анализ на DS показва силен акцент на графичното представяне на резултата от анализа, докато при много-изгледния среда това не е толкова силно изразено.

## Изводи

След като бяха изложени основните методи в реверсивния инжинеринг и връзките между тях, както и необходимите термини и дефиниции от софтуерните архитектури, които са изграждащи блокове при решение на проблема от заданието, беше представено и концептуално описание на среда за архитектурна реконструкция. Предложени бяха и две съществуващи решения на зададения проблем както и критерии за анализ на такъв тип система. Съответно беше направен и анализ на двете решения. На кратко едната система за анализ предлага по-голяма гъвкавост що се отнася да типа изследвана архитектура, така наречената много-изгледна среда за архитектурна реконструкция (*2.3.1*), докато другата е силно стандартизирана и подготвена за конкретен компонентен модел (*2.3.2*), но пък предлагаща възможност за кооперация с голяма гама от инструменти базирани на същия компонентен модел.

# Използвани технологии, платформи и/или методологии

**(за практическото решаване на проблема)** (10-15стр.)

* Тук се описват различните методи и начини за решаване на проблема. Изборът на модел или метод трябва да се мотивира. Защо определени модели, методи и/или технологии са избрани за този проблем? Ако модела не съответства на проблема напълно, то трябва да се представи разширен модел.
* refs/Atomic Architectural Component Recovery - bible.pdf - Components in the Programming Language C

## Изисквания към средствата (технологии, платформи и методологии)

### Език за програмиране

Трябва да отговаря на следните изисквания:

* + от високо ниво
  + обектно-ориентиран
  + силна подръжка на работа с регулярни изрази
  + лесно преносим
  + висока степен на изразителност
  + с възможност за разширяване на части от кода с други езици за програмиране

### Модел на софтуерната система

* Разработката на проекта да се извършва посредством обектен модел UML2.x.
* Изисквания към среда за разработка на модела:
  + Да поддържа импорт и експорт на XMI 2.x файлове
  + Да може да генерира избрания език за програмиране
* Основната структура на кода да се генерира от обектния модел. Това включва:
  + Пакети
  + Модули
  + Класове
  + Връзки м/у класовете (асоциация, агрегация и композиция)
  + Атрибути и методи на класовете
  + Инициализации

Това ще гарантира автоматична проследимост м/у дизайна в модела и кода на системата.

* В разработката на модела да се използват софтуерни шаблони за дизайн (software desing patterns), които да позволяват гъвкавост и лесна скалируемост на модела.

### XMI <- !!!

### Генератор на базовия код

* За генериране на базовия код от анализирания модел да се използва трансформация от тип: модел към текст (MOFM2T)

## Видове средства (технологии, платформи и методологии) и начин и място за използването им – сравненителен анализ

### Език за програмиране:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Език** | **Java** | **Python** | **C#** | **C++** |
| **от високо ниво** | ДА | ДА | ДА | ДА |
| **обектно-ориентиран** | ДА | ДА | ДА | ДА |
| **силна подръжка на работа с регулярни изрази** | ДА | ДА | ДА  ([слабо документирана](http://www.regular-expressions.info/tools.html) **[R12]**) | НЕ  ([има популярна библиотека с отворен код](http://www.regular-expressions.info/tools.html)) |
| **лесно преносим** | ДА | ДА | ДА | ДА  (в зависимост от използваните библиотеките) |
| **Степен на изразителност (*Приложение 3*)** | 700 | 300 | 750 | 700 |
| **възможност за разширяване с други езици за програмиране** | ДА | ДА | ДА | ДА |

Таблица 1 (Сравнение на потенциални езици за програмиране на софтуерната система)

### Среда за разработване на UML модел

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Среда за разработване** | [**Enterprise Architect**](http://www.sparxsystems.com.au/)  **(v10.0)** | [**BoUML**](http://www.bouml.fr/) **(v4.21)** | [**Visual Paradigm**](http://www.visual-paradigm.com/) | [**Eclipse Papyrus**](http://www.eclipse.org/papyrus/) |
| **UML 2.x** | ДА | ДА | ДА | ДА |
| **MDA** | ДА | ДА | ДА | ДА |
| **XMI (импорт/експорт)** | ДА | ДА | ДА | ДА |
| **Генерира следните езици** | ActionScript, C, C#, C++, Delphi, Java, PHP, Python, Visual Basic, Visual Basic .NET, DDL, EJB, XML Schema, Ada, VHDL, Verilog, WSDL, BPEL, Corba IDL | C++, Java, PHP, IDL, Python | Java, C#, C++, PHP, Ada, Action Script | Ada 2005, C/C++, Java |
| **Лиценз** | комерсиален | GPL преди v5.0 | комерсиален | EPL |
| **Коментар** | Въпреки, че Python e споменат като език, който се генерира от средата. Той далеч не е на необходимото ниво | - | - | - |

Таблица 2 (Сравнение на потенциални среди за UML моделиране на софтуерната система)

### Код генератор

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код генератор** | [**Acceleo**](http://en.wikipedia.org/wiki/Acceleo) | **“Ръчно” написан**  **код генератор (*Приложение 4*)** |
| **Платформа** | Преносим (Java/Eclipse базиран) | зависима от избрания език за програмиране |
| **Стандарт** | ***MOFM2T***/***EMF*** съвместим | няма |
| **Възможност за разширяване на генерирания код** | неограничена | ограничена |
| **Време за подготовка преди употреба** | 3 дена  (при наличен EMF базиран входен модел) | 2 седмици  (дизайн/имплементация/тест) |

Таблица 3 (Сравнение на потенциални код генератори за софтуерната система)

## Избор на средствата (технологии, платформи и методологии)

### Език за програмиране

Както става ясно от заданието, основно изискване към системата е да прави текстови анализ на кода на съществуваща софтуерна система, от което произлиза и изискването използвания език да е от високо ниво и добра подръжка на работа с регулярни изрази. Всички от предложените езици(*Таблица 1* (Сравнение на потенциални езици за програмиране на софтуерната система)) са от високо ниво, но C++ и C# имат някой ограничения: при C++ има възможност за използване на библиотека с отворен код ([PCRE](http://www.pcre.org/)), която би донесла допълнителни зависимост на системата към външна библиотека, докато при C# има налична подръжка по подразбиране, но за сметка на това е слабо документирана според **[R12]**.

Всички предложени езици поддържат обектно ориентирано програмиране. Това е основно изискване, тъй като това ще допринесе за по-лесната подръжка на системата, разбира се, само по себе си не е достатъчно условие, на първо място е важно системата да има строен дизайн, за което са добавени допълнителни изисквания.

От гледна точка на преносимост, предложения C++ изостава от останалите, тъй като е компилиран за разлика от останалите, които са интерпретирани езици и позволяват много по-лесна преносимост.

На базата на изследването направено в *Приложение 3* можем да заключим, че от предложените езици, Python е с най-голяма степен на изразителност. Това е от голяма полза тъй като софтуерната система, ще се разработва от един човек.

Необходимостта за разширяване с други езици произлиза от факта, че след добавяне на нови изисквания към системата, биха могли да се отличат части от кода, които се изпълняват неефективно и би било изгодно те да се пренапишат на език, който се изпълнява по-ефективно от предложения. Естествено по този начин оставяме възможността за достъп до библиотеки, които не са написани на избрания език за програмиране. Всички от предложените езици имат различни възможности за разширяване.

Като избор на език за програмиране се спираме на **Python**, тъй като той отговаря на всички изисквания и се представя най-добре в степента си на изразителност, тази характеристика ще намали времето за разработка на системата. Естествено тъй като софтуерната система ще се генерира от модел, в който ще бъде заложена голяма част от бизнес логиката за решаване на проблема, не е изключено на по-късен етап да се премине към друг по-изгоден език, разбира се, след внимателно планиране.

Версията, на която се спираме е **Python 2.7.3**

### Среда за разработване на UML модел

Предложените среди за разработване на UML модел (*Таблица 2* (Сравнение на потенциални среди за UML моделиране на софтуерната система)) поддържат работа с UML 2.x. Мотивацията да се използва UML 2.x се крие зад факта, че ще разработваме обектно ориентирана софтуерна система, а той се е доказал с времето като подходящ модел за такава разработка.

Тъй като имаме изискване за генериране на код от разработвания модел, е необходимо средата за разработка да подръжа моделно разработвана архитектура(MDA), което е и характеристика на всяка една от предложените среди.

Необходимостта да може средата за разработка да поддържа импорт и експорт на XMI файлове се поражда от потенциалната възможност в бъдеще да се премине към друга система за моделиране. Възможността да експортираме системата в отворен формат ще ни позволи едно такова начинание.

Както се вижда от таблицата само 2 от средите поддържат код генерация на избрания език(Python), което означава, че избора ни се свежда до тези 2. Освен това както е видно и от коментара в таблицата тестова генерация на Python код от Enterprise Architect(версия 10) показа незадоволителни резултати. За сметка на това кратък тест с примерен модел от BoUML показа, че генерирания Python код отговаря на всички изисквания от секция 3.1.2.

Следователно изборът на среда за моделиране остава **BoUML** версия **4.21**.

Изборът на софтуерни шаблони за дизайн ще бъде представен в Глава 5.

### Генератор на базов код

В предложените в секция 3.2.3 варианти за генератор на базовия код имаме представител на силно подкрепен от стандарт (***MOFM2T***) и такъв, който разчита на собствена разработка и не следва изисквания на даден стандарт. Ограничението на първия е, че той може да работи с модели съвместими с EMF (моделната среда на Eclipse), но добрата новина е, че UML2 е съвместим с EMF, благодарение на EMF имплементацията на UML2 част от MDT(Model Development Tools) на Eclipse. От другата страна, алтернативния вариант с собствено разработен генератор е гъвкав в това отношение и би могъл да работи с широка гама модели, стига те да са представени в обектен модел за конкретния език на реализация. При Acceleo основната цел е да предостави удобни инструменти за сглобяване на код генератор базиран на файлови шаблони, той дава много удобен достъп до елементите на модел, като освен това дава възможност за използване на OCL (Object Constraint Language) върху модела, което позволява още по-голяма гъвкавост. Добавянето на нов тип файлов шаблон или специфична файлова структура като освен това и възможността за надграждане на шаблон са основни характеристики на Acceleo. Докато при изцяло собствено разработен генератор, тези изисквания тепърва трябва да се заложат в дизайна. И финално разработването на собствен генератор би имало основание ако средата, в която ще се изпълнява генератора е силно ограничена като ресурси (налични библиотеки, възможност за добавяне на нови библиотеки), но в противен случай разработването на такъв е силно рисковано, от гледна точка на време за разработка и усъвършенстване.

Така че се спираме на стандартизираният вариант за генериране на код от модел **Acceleo**.

Eclipse UML2

XSLT

## Изводи

Що се отнася до езика за програмиране изборът, на който сме се спряли се отнася основно до фазата на проекта, а именно ранна разработка. Но си оставяме възможност да преминем изцяло или дори частично към друг език за програмиране в последваща фаза. Улеснение за това ни дава изискването разработването на софтуерната система да стане чрез модел, по този начин голяма част от бизнес логиката на системата остава в модела и това позволява сравнително лесно преминаване към друг език за програмиране. Същевременно възможността на предложения език за да бъде разширяван посредством други езици за програмиране ни позволява при необходимост някой части от системата да бъдат написани или пренаписани на други езици.

От разгледаните среди за разработка на UML2.x модели стигаме до извода, че много внимателно трябва да се подбират и тестват тези инструменти, тъй като повечето от тях са с комерсиален лиценз и въпреки това има риск някой от предложените им характеристики да не отговарят на нашите изискивания. В същото време инструмент със свободен лиценз за същата дейност би могъл да отговори на изискванията. Разбира се оставяме си възможност за преминаване към друг инструмент благодарение на изискването да експортира модела в отворен стандарт(XMI). В случай, че бъде взето решение да се премине към друг инструмент за разработване на софтуерния модел във следваща фаза е важно да се има предвид, че подръжката на XMI в различните инструменти не е еквивалентна**[R13, 9]** и е твърде вероятно да се наложат серия от трансформации на съответния сериализиран модел, които е препоръчително предварително да се планират.

След проучването за генератор на базов код можем да допуснем, че изискването за генерацията на Python в инструмента за разработване на модела би могло да отпадне, тъй като можем сами да изготвим шаблони за необходимите ни файлове и директно генерираме посредством Acceleo и експортиран XMI модел на софтуерната система. Или още по-добре ако можем да намерим готови шаблони за генериране на Python от UML2. Разбира се за момента използваме на готово предложената генерация от BoUML.

Що се отнася до избора на генератор за базов код, основната цел е да се ползва нещо стандартно, с което се работи лесно, бързо се конфигурира и позволява възможности за лесно добавяне на нови шаблони. Това всичко ни го предоставя Acceleo, като ни открива и възможност същевременно в бъдеща фаза на проекта да генерираме кода на системата за анализиране.

# Анализ

## Концептуален модел

Следвайки основните изисквания от точка *1.2*, можем да извлечем две основни функционалности на системата:

* *Изпълнение на автоматичен анализ върху даден код*
* *Генерация на базов код*

Първата функционалност ще обхожда структурата и елементите на кода от проекта под анализ и ще търси съвклупност от доказателства за наличието на основни архитектурни елементи. При наличието на достатъчно доказателства за съществуването на базов архитектурен елемент той ще бъде отразен в хранилището за архитектурни артефакти, като връзките му с други такива артефакти също ще бъдат отразени (ако има такива). След като всички елементи от проекта под анализ са обходени, ще разполагаме с хранилище отразяващо елементите на архитектурата и връзките между тях.

След като разполагаме с хранилище отговарящо на архитектурата на системата може да започне генерация на базов код. Т.е. с предварително заготвени файлови шаблони и структура, обхождайки хранилището генерираме файлове осигуряващи средата на комуникация и обвивка на основните архитектурни елементи.



Фигура 12 (концептуален модел)

Този модел обаче е непълен, тъй като липсват критериите, по които решаваме, че даден елемент от кода и/или структурата на проекта отговарят на артефакт в архитектурата. Което добавя допълнително изискване към първоначалните условия. А именно *подготовка на критерии за анализ.* Подготовката на тези критерии ще доведе до *база от критерии,* които ще бъдат допълнителните входни данни на функционалността *изпълнение на анализ*, освен кода на проекта под анализ. Успешното изпълнение на условието в един критерий над даден елемент от кода под анализ, ще бъде доказателство за съществуването на архитектурен елемент. Следователно този архитектурен елемент ще бъде добавен към хранилището на архитектурния модел (*Фигура 13*). Подготвянето на критериите е посредством ръчен анализ и ръчно въвеждане в базата.



Фигура 13 (Подготовка на критерии за анализ)

За описването на даден архитектурен стандарт се очаква да имаме група от такива критерии подбрани в база. Не изключваме варианта в даден момент тази база да съдържа богат асортимент от групи критерии за различни архитектрурни стандарти. Т.е. колкото повече архитектурни стандарти базата ни с критерии разпознава, толкова по ценнен става инструмента, който разработваме.

Като прибавим допълващата функционалност(*подготовка на критерии за анализ*) концептуалния модел започва да изглежда по следният начин:



Фигура 14 (разширен концептуален модел на системата)

Остава още една стъпка, която не е изобразена и тя е възможността да съхраним *хранилището на архитектурни елементи* (извлечения архитектурен модел) във файлов формат. Т.е. трябва да сериализираме получения модел в XMI формат. Идеята на което ни дава възомжност за преработка, в случай че преизползваме модела и го пренастройваме на базата на нови изисквания, които сме получили. Това също ни позволява да комуникираме модела с инструменти работещи със същия стандарт на сериализация.



Фигура 15 (разширен концептуален модел със сериализация)

На кратко, след ръчна подготовка на *критериите за архитектурни артефакти* за дадена стандартна архитектура, съхранени в *базата с критерии* изпълняваме анализ над проект отговарящ на същия стандарт. Този анализ представлява проверка на всички критерии от базата върху всички елементи от кода и структурата му, като в резултат получаваме *архитектурен модел*. След като анализът е преключил преминаваме към сериализация на въпрсония модел в стандартен файлов формат, от който можем да преминем към генерация на базов код, от която получаваме файлове осигуряващи средата на комуникация и обвивка на основните архитектурни елементи.

## Потребителски (функционални) изисквания (права, роли, статуси, диаграми, ...)

### Типични случаи на употреба

От концептуалния модел представен в точка *4.1*, можем да синтезираме следната диаграма на типични случаи на употреба:



Фигура 16 (Типични случаи на употреба)

Следва подробно описание на отделните случаи на употреба:

#### Подготовка на критериите за анализ (*Prepare analysis criteria*)

|  |  |
| --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Случай на употреба 4.2.1.2  Случай на употреба 4.2.1.3  Случай на употреба 4.2.1.4  Изискване 4.4.1 |
| ***Цел в конктекста*** | Това е процеса на запълване на базата с критерии за всички възможни артефакти |
| ***Предусловия*** | Достъпът до системата се установява с права на *Конфигуратор* |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Действията по създаване на критерии за всеки един вид архитектурен артефакт са завършили успешно |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Един или повече действия по създаване на критерий за вид архитектурен артефакт е завършил неуспешно |
| ***Основни участници*** | Конфигуратор (Configurator) |
| ***Основен поток на събития*** | Конфигуратора изпълнява всички действия по създаване на критерии за архитектурен артефакт |
| ***Разширения*** | Няма |

Таблица 4 (Подготовка на критериите за анализ)

#### Подготви критерий за файлов формат (*Prepare File criteria*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Изискване 4.4.1 | |
| ***Цел в конктекста*** | Това е действието при което се въвежда критерий за разпознаване на даден файлов формат по задаване на файлов път | |
| ***Предусловия*** | Достъпът до системата се установява с права на *Конфигуратор* | |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Въвеждането на критерия в базата е преключило успешно | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Въвеждането на критерия в базата е преключило неуспешно | |
| ***Основни участници*** | Конфигуратор (Configurator) | |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Конфигуратора създава критерии за файлов тип |
|  | 2 | Конфигураора добавя критерия в базата |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 5 (Подготви критерий за файлов формат)

#### Подготви критерий за компонент (*Prepare component criteria*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Изискване 4.4.1 | |
| ***Цел в конктекста*** | Това е действието при което се въвежда критерий за разпознаване на компонент в структурата и елементите на кода от проекта под анализ | |
| ***Предусловия*** | Достъпът до системата се установява с права на *Конфигуратор* | |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Въвеждането на критерия в базата е преключило успешно | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Въвеждането на критерия в базата е преключило неуспешно | |
| ***Основни участници*** | Конфигуратор (Configurator) | |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Конфигуратора създава критерии за компонент |
|  | 2 | Конфигураора добавя критерия в базата |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 6 (Подготви критерий за компонент)

#### Подготви критерий за конектор (*Prepare connector criteria*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Изискване 4.4.1 | |
| ***Цел в конктекста*** | Това е действието при което се въвежда критерий за разпознаване на конектор в структурата и елементите на кода от проекта под анализ | |
| ***Предусловия*** | Достъпът до системата се установява с права на *Конфигуратор* | |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Въвеждането на критерия в базата е преключило успешно | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Въвеждането на критерия в базата е преключило неуспешно | |
| ***Основни участници*** | Конфигуратор (Configurator) | |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Конфигуратора създава критерии за конектор |
|  | 2 | Конфигураора добавя критерия в базата |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 7 (Подготви критерий за конектор)

#### Изпълни анализ (*Perform analysis*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Изискване 4.4.2 | |
| ***Цел в конктекста*** | проверка на всички критерии от базата върху всички елементи от проекта под анализ и структурата му, като в резултат получаваме *архитектурен модел* | |
| ***Предусловия*** | ***Номер*** | ***Условие*** |
|  | 1 | Достъпът до системата се установява с права на *Потребител* |
|  | 2 | Наличие на група от критерии съответстваща на стандарта на архитектурата на проетка под анализ |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | UML хранилище отговарящо на архитектурата на проекта под анализ е създадено | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Заявката за анализ на проекта е отказана | |
| ***Основни участници*** | Потребител (User) | |
|  | *събитие* | Събитие за анализ на проект е настъпило |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Подбиране на групата от критерии отговарящи на стандарта на архитектурата на проекта под анализ |
|  | 2 | Задаване на път до проекта под анализ |
|  | 3 | Стартиране на анализа |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 8 (Изпълни анализ)

#### Обхождане елементите на проекта (*Scan Project's source files*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Случай на употреба 4.2.1.7 | |
| ***Цел в конктекста*** | Обхожда всички елементи(директории, файлове) от съдържанието на проекта под анализ. Подготвя всеки от елементите в подходяща форма за анализ. | |
| ***Предусловия*** | ***Номер*** | ***Условие*** |
|  | 1 | Валиден път до проекта под анализ |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Обхождане на всички файлове от пътя на проекта без входно/изходни грешки | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Обхождане на всички файлове от пътя на проекта с една или повече входно/изходни грешки | |
| ***Основни участници*** | *събитие* | събитие за сканиране на проекта е настъпило |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | За всеки елемент от структурата на проекта премини към стъпка 2 |
|  | 2 | Приведи елемента в удобен вид за анализ |
|  | 3 | Извлечи архитектурна информация от елемента 4.2.1.7 |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 9 (Обхождане на елементите на проекта)

#### Извлечи архитектурна информация (*Extract architecture data*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Случай на употреба 4.2.1.6  Случай на употреба 4.2.1.8 | |
| ***Цел в конктекста*** | По даден елемент(директория, файл) от проекта под анализ изпълнява група от критерии за наличието на архитектурни артефакти | |
| ***Предусловия*** | ***Номер*** | ***Условие*** |
|  | 1 | Валиден път до елемента на проекта под анализ |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Архитектурни артефакти са създадени в хранилището | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Възникнала е грешка при създаване на архитектурни артефакти в хранилището | |
| ***Основни участници*** | *събитие* | Събитие за анализиране на елемент е настъпило |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Над съдържанието на елемента изпълни подходяща група от критерии |
|  | 2 | В случай на разпознат архитектурен артефакт създай *архитектурен елемент* в базата  4.2.1.8 |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 10 (Извлечи архитектурна информация)

#### Създай архитектурен модел (*Create Architecture model*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Случай на употреба 4.2.1.7  Изискване 4.2.2 | |
| ***Цел в конктекста*** | Създаване на архитектурен артефакт в хранилището (архитектурния модел). | |
| ***Предусловия*** | ***Номер*** | ***Условие*** |
|  | 1 | Въведен е валиден архитектурен артефакт |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Архитектурен артефакт е създадени в хранилището | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Възникнала е грешка при създаване архитектурния артефакт в хранилището | |
| ***Основни участници*** | *събитие* | Събитие за въвеждане на архитектрурен елемент в хранлищитео е настъпило |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Създай въведения архитектурен артефакт в хранилището |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 11 (Създай архитектурен модел)

#### Сериализация на UML хранилището (*Serialize UML model*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Изискване 4.2.2 | |
| ***Цел в конктекста*** | По зададено архитектурно хранилище (модел) създай съответстващ UML модел сериализиран в XMI файл . | |
| ***Предусловия*** | ***Номер*** | ***Условие*** |
|  | 1 | Валидно архитектурно хранилище |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Нов XMI файл съдържащ UML модел съответстващ на архитектурното хранилище е създаден | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Възникнала е грешка при създаване на XMI файл | |
| ***Основни участници*** | Потребител (User) | |
|  | *събитие* | Събитие за конвериране на архитектурносто хранлище в XMI файл е настъпило |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Задай валидно архитектурно хранилище |
|  | 2 | Създай XMI файл съдържащ UML модел съответстващ на архитектурното хранилище |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 12 (Сериализация на UML хранилището)

#### Генериране на базов код (*Generate Base code*)

Виж *Фигура 16*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Свързани изисквания*** | Изискване 4.2.3  Изискване 4.4.3 | |
| ***Цел в конктекста*** | По зададен XMI файл съответстващ на UML хранилище(модел) генерирай базов код по предварително зададен шаблон | |
| ***Предусловия*** | ***Номер*** | ***Условие*** |
|  | 1 | Валиден XMI файл съдържащ UML хранилище |
| ***Условия за успешно изпълнение*** | Генерирана е структура с базов код на базата на съдържащата се в XMI файла архитектура | |
| ***Условия за неуспешно изпълнение*** | Възникнала е грешка при генерирането на базов код | |
| ***Основни участници*** | Потребител (User) | |
|  | събитие | Събитие за генериране на базов код е настъпило |
| ***Основен поток на събития*** | ***Стъпка*** | ***Действие*** |
|  | 1 | Задай валиден XMI файл съдържащ UML хранилище |
|  | 2 | генерирай базов код по предварително зададен шаблон |
| ***Разширения*** | Няма | |

Таблица 13 (Генериране на базов код)

### Мета-модел на архитектурното хранилище

Следва мета-модела необходим за описване на архитектурното хранилище:



Фигура 17 (Мета-модел за описване на архитектурата)

#### AEModel

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | AEModel | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | AEPackageList | AEPackage | *List* |
| **Описание** | Основен елемент на модела. Използва се като базова инстанция. | | |

Таблица 14 (Описание на AEModel)

#### AEPackage

Виж *Фигура 17*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | AEPackage | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | DataTypeList | DataType | *List* |
|  | BaseComponentList | BaseComponent | *List* |
| **Описание** | Основен контейнер на елементи в модела. | | |

Таблица 15 (Описание на AEPackage)

#### BaseComponent

Виж *Фигура 17*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | BaseComponent | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | PPort | ProvidedPort | *List* |
|  | RPort | RequiredPort | *List* |
| **Описание** | Представя компонента с неговите връзки с останалите компоненти | | |

Таблица 16 (Описание на BaseComponent)

#### ProvidedPort

Виж *Фигура 17*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | ProvidedPort | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | Interface | PortInterface | *1* |
| **Описание** | Представя конекторите, които предоставя компонента | | |

Таблица 17 (Описание на ProvidedPort)

#### RequiredPort

Виж *Фигура 17*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | RequiredPort | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | Interface | PortInterface | *1* |
| **Описание** | Представя конекторите, от които зависи компонента | | |

Таблица 18 (Описание на RequiredPort)

#### PortInterface

Виж *Фигура 17*

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование** | PortInterface |
| **Описание** | Базов клас за интерфейси на конектори между компоненти |

Таблица 19 (Описание на PortInterface)

#### DataType

Виж *Фигура 17*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | DataType | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | LowerLimit | Integer | 1 |
|  | UpperLimit | Integer | 1 |
| **Описание** | Представя елемент тип данни | | |

Таблица 20 (Описание на DataType)

#### SenderReceiverInterface



Фигура 18 (диаграма на SenderReceiverInterface)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | SenderReceiverInterface | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | DataElementList | DataElement | *List* |
| **Описание** | Представлява интерфейс за пренос на данни | | |

Таблица 21 (Описание на SenderReceiverInterface)

#### DataElement

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | DataElement | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | DT | DataType | 1 |
| **Описание** | Елемент от данни | | |

Таблица 22 (Описание на DataElement)

#### ClientServerInterface



Фигура 19 (диаграма на ClientServerInterface)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | ClientServerInterface | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | OperationList | Operation | *List* |
| **Описание** | Представлява интерфейс за извикване на операция | | |

Таблица 23 (Описание на ClientServerInterface)

#### Operation

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | Operation | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | DT | DataType | 1 |
|  | ParamDataList | ParamData | *List* |
| **Описание** | операция за извикване | | |

Таблица 24 (Описание на Operation)

#### ParamData

Виж *Фигура 19*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | ParamData | | |
| **Атрибути** | **Наименование** | **Тип** | **Дименсии** |
|  | Name | String | 1 |
|  | DT | DataType | 1 |
| **Описание** | параметър на операция | | |

Таблица 25 (Описание на ParamData)

### Формат на генерирания базов код

Генерирания код се разделя на две основни части:

* интерфейсна
* имплементационна

Интерфейсната част се грижи за комуникацията между компонентите. Тя имплементира конекторите между компонентите. Имплементационната част съдържа реализацията на функционалностите на компонентите.



Фигура 20 (Структура на генерирания базов код)

На *Фигура 20* е показана структурата, която трябва да се спазва при генерация на базовия код.

#### Основна директория

Основната директория приема името на модела, от който се генерира.

#### Проектна директория

Проектната директория приема името на пакета наследник на моделния елемент.

#### Интерфейсна директория

Интерфейсната част е представена от папката *“Interface”*, чието съдържание е:

##### *rte.h*

Декларация на интерфейсите и конекторите между компонентите.

##### rte.c

Дефиниция на интерфейсите и конекторите между компонентите

##### rte\_<cmp>.h

Интерфейсен договор за всеки един компонент, предоставящ връзките му с останалите компоненти. *<cmp>* се замества с името на компонента.

Детайлен шаблон за файловете може да се намери в *Приложение 5.*

#### Директорийна структура на слоевете

Непосредствено под *Проектната директория* 4.2.3.2 следва да се генерират директори следващи пакетната структура в модела.

#### Компонентна имплементация

Компонентната имплементация се представлява от един файл за всеки компонент:

* *<cmp>.c* - файла се наименова с името на компонента. Генерирания файл ще съдържа празни функции за имплементиране на предоставените интерфейсните от тип *ClientServerInterface*. Т.е. след генерация се очаква разработчика да попълни имплементацията интерфейсните функции, като е допустимо да добави локални функции.

Детайлен шаблон може да се намери в *Приложение 5.*

### Група от критерии за стандартна архитектура

Следват изисквания за критерии отговарящи на примерна стандартна аркитектура на вградена система:

#### Критерий за компонент

Файловете на компонентите са представени с една и съща част преди разширението, изключение може да направи добавяне на един от следните символи: *[‘x’, ‘p’,’ j’]*

T.e. компонента се разпознава по следния начин:

**<име на компонент>**[‘x’|’p’|’j’|’’].<разширение>

#### Критерии за конектори

Критериите за конектори включват описания на конектор в различните видове файлове, в които той може да се срещне. Съответно в случай, че по време на анализ на файл попаднем на наличие на такъв конектор е показанао и като какъв елемент от мета-модела (4.2.2) да се опише.

##### “C” имплементационен файл

* mDATControl

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *mDATControl* | | |
| Формат | *mDATControl(<име на контрола>, <аргумент>)* | | |
| Посока на интерфейса | *Required* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *ClientServerInterface* | *DATCtrl\_<име на контрола>\_If* |  |
| Операция | *Operation* | *Invoke* | *Void* |
| Параметър | ParamData | *SubControlSelector* | *Integer* |

Таблица 26 (Описание на mDATControl, \*.c файл)

* mDATRead

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *mDATRead* | | |
| Формат | *mDATRead[Table](<тип данни>, <елемент>, [<индекс на таблицата>], <тип достъп>)* | | |
| Посока на интерфейса | *Required* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *<елемент>\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *<тип данни>* |

Таблица 27 (Описание на mDATRead, \*.c файл)

* mDATWrite

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *mDATWrite* | | |
| Формат | *mDATWrite[Table](<тип данни>, <елемент>[, <индекс на таблицата>], <стойност>, <тип достъп>)* | | |
| Посока на интерфейса | *Required* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *<елемент>\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *<тип данни>* |

Таблица 28 (Описание на mDATWrite, \*.c файл)

* TOSReadSignal

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *TOSReadSignal* | | |
| Формат | *TOSReadSignal(cTOSSignal<име на сигнала>)* | | |
| Посока на интерфейса | *Required* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *TOSSig\_<елемент>\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *Integer* |

Таблица 29 (Описание на TOSReadSignal, \*.c файл)

* TOSWriteSignal

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *TOSWriteSignal* | | |
| Формат | *TOSWriteSignal(cTOSSignal<име на сигнала>)* | | |
| Посока на интерфейса | *Required* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *TOSSig\_<елемент>\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *Integer* |

Таблица 30 (Описание на TOSWriteSignal, \*.c файл)

##### “C” хедър файл

* mDATControl

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *mDATControl* | | |
| Формат | *#define mDATControl<име на контрола>(<аргумент>)* | | |
| Посока на интерфейса | *Provided* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *ClientServerInterface* | *DATCtrl\_<име на контрола>\_If* |  |
| Операция | *Operation* | *Invoke* | *Void* |
| Параметър | ParamData | *SubControlSelector* | *Integer* |

Таблица 31 (Описание на mDATControl, \*.h файл)

* mDATRead

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *mDATRead* | | |
| Формат | *#define mDATRead[Table]<тип данни><елемент><тип достъп>* | | |
| Посока на интерфейса | *Provided* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *<елемент>\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *<тип данни>* |

Таблица 32 (Описание на mDATRead, \*.h файл)

* mDATWrite

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *mDATRead* | | |
| Формат | *#define mDATWrite[Table]<тип данни><елемент><тип достъп>* | | |
| Посока на интерфейса | *Provided* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *<елемент>\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *<тип данни>* |

Таблица 33(Описание на mDATWrite, \*.h файл)

##### JIL файл (\*.jil)

* OnControl

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *OnControl* | | |
| Формат | *OnControl = <тип контрол>* *{* …  *Ctrl = <име на контрола>;* … *};* | | |
| Посока на интерфейса | *Required* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *ClientServerInterface* | *Ctrl\_<име на контрола>\_If* |  |
| Операция | *Operation* | *Invoke* | *Void* |

Таблица 34 (Описание на OnControl, \*.jil файл)

* ProdControl

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *ProdControl* | | |
| Формат | *ProdControl**{* …  *Name = <име на контрола>;* … *};* | | |
| Посока на интерфейса | *Provided* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *ClientServerInterface* | *Ctrl\_<име на контрола>\_If* |  |
| Операция | *Operation* | *Invoke* | *Void* |

Таблица 35 (Описание на ProdControl, \*.jil файл)

* TOSSignal

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование | *TOSSignal* | | |
| Формат | *Signal <име на сигнала>;* | | |
| Посока на интерфейса | *Provided* | | |
|  | Елемент | Наименование | Тип |
| Интерфейс | *SenderReceiverInterface* | *TOSSig\_< име на сигнала >\_If* |  |
| Елемент от данни | *DataElement* | *<елемент>* | *Integer* |

Таблица 36 (Описание на TOSSignal, \*.jil файл)

## Качествени (нефункционални) изисквания

### Скалируемост

Дизайна на системата трябва да позволява лесно разширяване. Най-вече възможността да се добавят критерии за конектори и компоненти както и добавянето на нови файлови анализатори. Също основния анализатор на проекти (точка 4.2.1.5) трябва да може да бъде заместван с алтернативен такъв в случай, че за дадена стандартна архитектура, основния анализатор не е подходящ.

### Модифицируемост и документация

С цел лесна и ефикасна модификация и поддържане на точна документация на ниво дизайн, разработката на системата да се направи с UML2.x модел, от който да се генерира основната структура на кода.

### Поддръжка и възможност за разширение

След добавяне на нови изисквания към системата в периода на поддръжка на системата, биха могли да се отличат части от кода, които се изпълняват неефективно и би било изгодно те да се пренапишат на език, който се изпълнява по-ефективно от предложения. Поради това е добре езика, на който е имплементирана системата да е с възможност за разширяване с други езици за програмиране.

### Потребителски интерфейс

Системата трябва да представлява библиотека с класове представящи:

* Основен анализатор
* Анализатори на различни файлови формати
* Компоненти критерии
* Конекторни критерии
* Сериализатор на извлечения архитектурен модел към XMI (точка 4.2.1.9)

Трябва да съдържа примерна имплементация с елементите на библиотеката.

### Тестваемост

Систематата трябва да се предостави със съответния тестов софтуер и тестови данни, които са достатъчни да изпълнят регресионни тестове на всичките ѝ функционалности.

## Работни (бизнес) процеси

Виж цяла карта на процесите в *Приложение 7*

### Подготовка на критерии за анализ



Фигура 21 (Подготовка на критерии за анализ, легенда: Приложение 6)

Това е единствения ръчен процес, в който е необходимо да се дефинират критериите за архитектурни елементи по подобие на точка 4.2.4, да се приведат във формат удобен за четене от базовия анализатор и да се поместят в базата с критериите.

### Анализиране на проект и сериализация на хранилището



Фигура 22 (Анализиране на проект и сериализация на хранилището, легенда: Приложение 6)

След като е стартиран процеса и групата от критерии, които ще се ползват, започва обхождане на зададения проект и всеки един от елементите му се подлага под анализ със съответната група от критерии. След като даден критерий е удовлетворен се създава съответни елемент в UML хранилището. Този процес се повтаря до изчерпване на всички елементи на проекта.

Следва конвертиране на UML хранилището (модела) в XMI формат.

### Генерация на базов код



Фигура 23 ( Генерация на базов код, легенда: Приложение 6)

Процеса започва с избиране на XMI файл съдържащ UML модел. Следва десериализация на XMI файла или конвертирането му към обектен UML модел. След това елементите на въпросния UML модел се обхождат и се генерира базов код на системата на базата на предварително заготвени шаблони.

## Изводи

След като развихме концептуалния модел (точка *4.1*) достигнахме до извода, че има изискване, което не е явно зададено в точка *1.2*, а именно *изготвяне на критерии за анализ*, в основата на които е заложено разпознаването на архитектурни елементи. След детайлен анализ на не-явното изискване изведохме три негови под случая:  *подготовка на критерии за тип файл; подготовка на критерии за компонент; подготовка на критерии за конектор.*

При наличие на база с критерии за дадена софтуерна архитектура, можем да анализираме проект следващ същия стандарт. С анализа на проекта, спазвайки изискванията за правилата за трансформация към мета-модела в точка *4.2.4* получаваме архитектурно хранилище, което от своя страна сериализираме в файл с разпознаваем XMI формат носещ UML модел отговарящ на хранилището.

След това на базата на този XMI файл можем да стартираме генерация на базов код на следствие от анализа, който представлява файлове осигуряващи средата на комуникация и обвивка на компонентите.

# Проектиране

(10-15стр.)

## Обща архитектура

– напр. слоеве, модули, блокове, компоненти...

### Слоеве

Генералната архитектура се базира на пет слоя представляващи:

* *Анализатор* – модули грижещи се за стартиране на анализа и обхождане на проекта под анализ
* *Скенер* – модули съдържащи и изпълняващи критериите за анализ на отделните елементи на проекта под анализ
* *Мета-модел* – описание на мета-модела на хранилището на архитектурни елементи
* *Сериализатор* – модули грижещи се за сериализацията на хранилището на архитектурни елементи към файлов формат
* *Външни модули* – използвани библиотеки и външни модули
* *Генерация на базов код* – модули генериращи базовия код



Фигура 24 (Слоеве на системата)

Като основно правило за слоевете, е че само два съседни слоя могат да комуникират по между си.

### Пакетна диаграма (основен изглед)



Фигура 25 (Обща архитектура)

На фигурата горе е изобразена пакетната диаграма на системата, като тя следва подредбата на слоевете (*5.1.1*).

Основно системата се разделя на два основни пакета:

#### Архитектурен екстрактор (ArchExtractor)

Архитектурния екстрактор съдържа следните пакети:

* *Базов (Base)* – съдържа тази част на системата, която не се очаква да се разширява:
  + *пакет на Анализатора (Analyzer)* – съдържа базови класове изпълняващи анализ на проект (*4.2.1.5*)
  + *пакет на Скенера (Parser)* – съдържа базови класове изпълняващи обхождане елементите на проекта (*4.2.1.6*), извличане на архитектурна информация (*4.2.1.7*) и създаване архитектурен модел (*4.2.1.8*)
  + *пакет на инфраструктурата (Infrastructure)* – съдържа инфраструктурните елементи от мета-модела (*4.2.2*)
  + *пакет софтуерен компонент (SwComponent)* - съдържа елементи от мета-модела описващи софтуерния компонент (*4.2.2*)
  + *пакет сериализатор на модела (ModelConverter) -* сериализира архитектурното хранилище (*4.2.1.9*)
* *Специфичен (Specific) –* тази част от системата, която се очкава да се разширява. Т.е. очаква се по един пакет описващ критерии, специфични скенери и анализатори за дадена стандартна архитектура. Конкретно в случая съдържа:
  + *пакет с критерии за стандартна архитектура (STK)* – съдържа имплементация на групата от критерии в точка *4.2.4*
    - *пакет за специфични скенери (StkParser) –* съдържа както файлови скенери така и критерии за компонент и конектори в стандартната архитектура (*4.2.4*)
    - *пакет за специфични интерфейси (StkPortInterfaces) –* съдържа метод фабрика (*method factory pattern*) за бързо представяне на конектори от стандартната архитектура в елементи от мета-модела (*4.2.2*)
    - *пакет съдържащ типове данни на стандартната архитектура (StkDataTypes)* – съдържа метод фабрика (*method factory pattern*) за бързо представяне на типове данни на стандартната архитектура в елементи от мета-модела
* *Библиотека (Lib)* – спомагателни външни за системата модули

#### Генератор на базов код (Base code generation)

*Acceleo* базиран проект изпълняващ:

* Генериране на базов код (*4.2.1.10*)

## Модел на данните ( напр. база данни, файлова структура, ...)

Текущата точка включва кратко описание на основните класове от имплементацията на мета-модела(*4.2.2*) както и клас диаграма.

Подробно описание(на методи, атрибути и връзки) може да се намери в генерираната документация на модела **[D2]**

### Инфраструктурни

Следващите подсекции представят елементите от пакет “*Infrastructure* ” на UML модела на системта **[D1]**.

#### Identifiable

* *Описание* – класа е основен за имплементацията на мета-модела. Наследяването му от даден елемент показва, че въпросния елемент има наименование.
* *Клас диаграма*:



Фигура 26 ( клас диаграма на Identifiable)

#### AEPackage

* *Описание* – Основен контейнер на пакетируеми елементи(*5.2.1.3*) в имплементацията на мета-модела. Реализира изискване *4.2.2.2.*
* *Клас диаграма*:



Фигура 27 (клас диаграма на AEPackage)

#### PackagableElement

* *Описание* – Основен клас за имплементацията мета-модела. Клас, който го наследява ще бъде третиран като “*пакетируем*”, т.е. директно ще може да бъде прибавен в пакет (*AEPackage*).
* *Клас диаграма*:



Фигура 28 (клас диаграма на PackagableElement)

#### InfrastructureFactory

* *Описание* – Метод фабрика за елементи от имплементацията на мета-модела в пакета “*Infrastructure*” на UML модела на софтуерната система **[*Приложение 2*:D1]**. Т.е. следните два елемента:
  + *AEModel*
  + *AEPackage*
* *Клас диаграма*:



Фигура 29 (клас диаграма на InfrastructureFactory)

#### FactoryProvider

* *Описание* – представлява имплементация на “Съдържател” (Handler) от шаблона за дизайн: “Верига отговорности” (Chain of responsibility). Отговорен е за предоставянето на фабрика за конкретни обекти от инфраструктурния пакет. В случай, че “родителя” (*itsSuccessor*) е инициализиран, ще предаде заявката към него.
* *Клас диаграма*:



Фигура 30 (клас диаграма на FactoryProvider)

#### AEModel

* *Описание* – Елемент корен на модела. Съдържа всички останали елементи в себе си. Реализира изискване *4.2.2.1.*
* *Клас диаграма*:



Фигура 31 (клас диаграма на AEModel)

### Софтуерен компонент

Следващите подсекции представят елементите от пакет “*SwComponent*” на UML модела на системта **[D1]**.

#### BaseComponent

* *Описание* – Представя базовя компонент от мета-модела. Реализира изискване *4.2.2.3.*
* *Клас диаграма*:



Фигура 32 (клас диаграма на BaseComponent)

#### ComponentFactory

* *Описание* – Метод фабрика за елементи от имплементацията на мета-модела в пакета “*Component*” на UML модела на софтуерната система **[*Приложение 2*:D1]**. Т.е. следня елемент: *BaseComponent*
* *Клас диаграма*:



Фигура 33 (клас диаграма на ComponentFactory)

#### ProvidedPort

* *Описание* – Представя “*ProvidedPort*” от мета-модела. Реализира изискване *4.2.2.4*
* *Клас диаграма*:



Фигура 34 (клас диаграма на ProvidedPort)

#### RequiredPort

* *Описание* – Представя “*RequiredPort*” от мета-модела. Реализира изискване *4.2.2.5*
* *Клас диаграма*:



Фигура 35 (клас диаграма на RequiredPort)

#### SenderReceiverInterface

* *Описание* – Представя “*SenderReceiverInterface*” от мета-модела. Реализира изискване *4.2.2.8*
* *Клас диаграма*:



Фигура 36 (клас диаграма на SenderReceiverInterface)

#### ClientServerInterface

* *Описание* – Представя “*ClientServerInterface*” от мета-модела. Реализира изискване *4.2.2.10*
* *Клас диаграма*:



Фигура 37 (клас диаграма на ClientServerInterface)

#### PortInterfaceFactory

* *Описание* – Метод фабрика за елементи от имплементацията на мета-модела в пакета “*PortInterface*” на UML модела на софтуерната система **[*Приложение 2*:D1]**. Т.е. следните два елемента:
  + *SenderReceiverInterface*
  + *ClientServerInterface*
* *Клас диаграма*:



Фигура 38 (клас диаграма на PortInterfaceFactory)

## Диаграми (на структура и поведение - по слоеве и модули, с извадки от кода)

Текущата точка включва кратко статично и динамично описание на съдържанието на отделните слоеве на системата.

Подробно описание(на методи, атрибути и връзки) както и диаграми които не са показани тук, може да се намери в генерираната документация на модела **[*Приложение 2*:D2]**.

### Слой Анализатор



Фигура 39 (Слой Анализатор)

#### Пакетна диаграма



Фигура 40 (съдържание на пакет Analyzer)

Пакета *Analyzer* представя слоя *Анализатор.* Мястото му в цялата система може да се види на *Фигура 25.*

Съдържа:

##### *IAnalyzer*

Aбстрактен клас (*интерфейс*) представящ всички възможни анализатори.

##### BaseAnalyzer

Реализира *IAnalyzer* и имплементира изискване *4.2.1.5* и *4.2.1.6*.

###### Клас диаграма



Фигура 41 (клас диаграма на BaseAnalyzer)

Също така наследява и *FactoryProvider(5.2.1.4)*, основната цел на което е да зададе на листа от обекти *BaseFileParser* себе си като доставчик на фабрики за обекти по време на инициализацията си:

###### Инициализация



Фигура 42 (последователност на инициализиране на BaseAnalyzer)

###### Изпълнение



Фигура 43 (последователност на изпълнение на функционалността на BaseAnalyzer)

След извикване на метода *scan(…)* с аргументи *път към проекта под анализ(ProjectDir)* и *хранилище на архитектурни елементи (inOutAEModel)* метода обхожда зададената файловата структура от *ProjectDir*, като за всеки файл проверява дали има *Файлов Скенер(itsBaseFileParserList)*, който разпознава файловия формат. В случай, че има скенер, който разпознава формата, се проверява дали вече съществува, компонент който чиито файл се анализира или се регистрира нов компонент (*updateComponent(…)*). След това се изпълнява анализ на файла с *fulfillComponentData(…)*.

След обхождане на всички файлове получаваме архитектурно хранилище (модел) *inOutAEModel* с попълнена архитектурна информация отговаряща на анализирания проект.

### Слой Скенер



Фигура 44 (слой Скенер)

#### Пакетна диаграма



Фигура 45 (съдържание на пакет Parser)

Пакета *Parser* представя слоя *Скенер.* Мястото му в цялата система може да се види на *Фигура 25.*

Съдържа:

##### IFileParser

Aбстрактен клас (*интерфейс*) представящ всички възможни файлови скенери.

##### IPortCriteria

Aбстрактен клас (*интерфейс*) представящ всички възможни критерии за конектори между компоненти.

##### BaseFileParser

Абстрактен клас реализиращ *IFileParser* и отговорен за имплементацията на изискване *4.2.1.7.*

###### Клас диаграма



Фигура 46 (клас диаграма на BaseFileParser)

Също така наследява и *FactoryProvider(5.2.1.4)*, основната цел на което е да зададе на листа от обекти *BasePortCriteria* себе си като доставчик на фабрики за обекти в своята инициализация:

###### Инициализация



Фигура 47 (Инициализация на BaseFileParser)

###### Изпълнение



Фигура 48 (последователност на изпълнение на функционалността на BaseFileParser)

Метода *fulfillComponentData(…)* се извиква от инстанция на *IAnalyzer* с аргументи *име на компонент*, *път до файла под анализ* и *инстанция на компонент(inOutIComponent).* След което се проверява валидността на съдържанието на *файла под анализ* и същевременно се подготвя за анализ(премахване на коментари, структурно форматиране и т.н.). Ако файла е валиден изпълнява всички критерии за конектор в списъка *itsBasePortCriteriaList*. В инстанцията на компонента (*inOutIComponent*) се попълва допълнително детайли при изпълнението на критериите *execute(…)*. След като всички критерии от списъка са тесвани предаваме компонента като изход от метода.

##### BasePortCriteria

Абстрактен клас реализиращ *IPortCriteria* и отговорен за имплементацията на изискване *4.2.1.7* и *4.2.1.8.*

За повече информация виж *BaseFileParser(5.3.2.1.3)*

### Слой Мета-Модел



Фигура 49 (Слой Мета-Модел)

Виж точка *5.2*

### Слой Сериализатор



Фигура 50 (слой Сериализатор)

#### Пакетна диаграма



Фигура 51 (съдържаниен на пакет ModelConverter)

Пакета *ModelConverter* представя слоя *Сериализатор.* Мястото му в цялата система може да се види на *Фигура 25.*

Съдържа:

##### XMIConverter

Клас отговорен за конвертирането на архитектурното хранилище на системата към UML модел съхранен в XMI формат. Имплементира изискване *4.2.1.9*

###### Клас диаграма



Фигура 52 (клас диаграма на XMIConverter)

###### Изпълнение



Фигура 53 (последователност на изпълнение на функционалността на XMIConverter)

По заявка на *потребителя*: *convert(…)* със аргументи *входен модел* отговарящ на мета-модела на системата (*5.2*) и *изходен XMI модел*, обхождаме елементите на входния модел и ги конвертираме в съответстващ *XMI модел.*

### Слой Генерация на базов код



Фигура 54 (слой Генерация на базов код)

Този слой е представен от *Acceleo* проект поради изискване *3.3.3*. Проекта изпълнява изискване *4.2.1.10*. Като входни данни получава сериализирания UML модел в XMI формат, след което генерира базов код на базата на UML модела посредством следните файлови шаблони:

#### Файлова структура



Фигура 55 (файлова структура на Генератор на базов код)

##### RteImpl.mtl

Файлов шаблон с *Acceleo* формат изпълняващ изискване *4.2.3.3.2*

##### RteHeader.mtl

Файлов шаблон с *Acceleo* формат изпълняващ изискване *4.2.3.3.1*

##### RteComponentImpl.mtl

Файлов шаблон с *Acceleo* формат изпълняващ изискване *4.2.3.5*

##### RteComponentHeader.mtl

Файлов шаблон с *Acceleo* формат изпълняващ изискване *4.2.3.3.3*

##### main.mtl

Кумулативен файлов шаблон с *Accelеo* формат стартиращ генерацията на всеки един шаблон от гореописаните (виж *Фигура 55*).

## Ресурсни и спомагателни модули



Фигура 56 (слой Външни модули)

### Пакетна диаграма



Фигура 57 (пакетна диаграма Lib)

Външни модули използвани от системата са следните:

* os – стандартен Python модул с интерфейси на операционната система
* re – стандартен Python модул за операции с регулярни изрази
* xmi – библиотека имплементация на XMI мета-модела, базирана на *PyEMOF*

# Реализация, тестване/експерименти и (евентуално) внедряване

(10-15стр.)

## Реализация на модулите

## Системна интеграция (опционално)

## Планиране на тестването - тестови сценарии, процедури, ...

## Модулно и системно тестване

## Анализ на резултатите от тестването и начин на отразяването им

## Експериментално внедряване (технологични изисквания, инсталиране, условия, използване, ...)

# Заключение

(1-2стр.)

## Обобщение на изпълнението на началните цели

## Насоки за бъдещо развитие и усъвършенстване

# Използвана литература

(min 10 литературни източника – статии, книги, с, форматирани съгласно MLA Style - <http://www.library.mun.ca/guides/howto/mla.php>)

|  |  |
| --- | --- |
| **Референция** | **Описание** |
| R1 | COM Specification.  (<http://www.microsoft.com/com/default.mspx>) |
| R2 | Corba. Object Management Group.  ([http://www.omg.org](http://www.omg.org/)) |
| R3 | “CCM: Corba Component Model”, OMG, August 1999 |
| R4 | JavaBeans specification v1.01, Sun Microsystems, August 8, 1997  (<http://download.oracle.com/otndocs/jcp/7224-javabeans-1.01-fr-spec-oth-JSpec/>) |
| R5 | J.M. Favre, “GSEE: a Generic Software Exploration  Environment”, submitted to the International Workshop on  Program Comprehension (IWPC’2001), May 2001.  (<http://www.megaplanet.org/jean-marie-favre/papers/IWPC01F-37-final.pdf>) |
| R6 | Entreprise Java Bean v3.1, Sun Microsystems, November 5, 2009,  (<http://download.oracle.com/otndocs/jcp/ejb-3.1-fr-eval-oth-JSpec/>) |
| R7 | AUTOSAR Technical Overview  (<http://autosar.org/download/R3.2/AUTOSAR_TechnicalOverview.pdf>) |
| R8 | Reverse Engineering a Large Component-based Software Product, Jean-Marie Favre, Frédéric Duclos, Jacky Estublier, Remy Sanlaville, Jean-Jacques Auffret, 2001 |
| R9 | ARES Conceptual Framework for Software Architecture” in M. Jazayeri, A. Ran, F. van der Linden (eds.), Software  Architecture for Product Families Principles and Practice, Addison Wesley, 2000. |
| R10 | Riva C., Reverse Architecting: an Industrial Experience Report, Proceedings. of the 7th Working Conference on Reverse Engineering  (WCRE2000), Brisbane, Australia, 23-25 November, 2000. |
| R11 | Programming languages ranked by expressiveness,  ([redmonk.com](redmonk.com/dberkholz/2013/03/25/programming-languages-ranked-by-expressiveness/)), Donnie Berkholz, 25 March, 2013 |
| R12 | Regular expression tools / Programming Languages and Libraries (<http://www.regular-expressions.info/tools.html>), Jan Goyvaerts, 22 October 2013 |
| R13 | Domain-Specific Modeling and Model Driven Architecture (<http://www.bptrends.com/publicationfiles/01-04%20COL%20Dom%20Spec%20Modeling%20Frankel-Cook.pdf>), Steve Cook, January 2004 |
| R14 | An Orchestrated Multi-view Software Architecture Reconstruction Environment, Kamran Sartipi, Nima Dezhkam and Hossein Safyallah, 2006 |
| R15 | Software Metrics - A Rigorous And Practical Approach (2Nd Ed), N. Fenton & S. Pfleeger, 1997 |
| R16 | Structured Design, Yourdon and Constantine, 1979 |
| R17 | An Introduction to Software Architecture, D. Garlan, M. Shaw, 1994 |
| R18 | Foundation for the Study of Software Architecture, D. Perry, A. Wolf, 1992 (<http://users.ece.utexas.edu/~perry/work/papers/swa-sen.pdf>) |
| R19 | Reverse engineering and design recovery, E. Chykofsky, J. Cross II, 1990 (<http://www.eecs.yorku.ca/course_archive/2006-07/F/6431/Chikofsky.pdf>) |

# Приложения

1. Терминологичен речник

(опционално) (1-2стр.)

| **Дефиниция** | **Описание** |
| --- | --- |
| BSW | Basic Software |
| CDD | Complex Device Driver |
| SAD | Software Architecture Design |
| SDP | Software Development Plan |
| SSR | Software Status Report |
| SRS | Software Requirements Specification |
| SDSA | Software Design Safety Analysis report (SDSA) |
| SW-C | Software Component |
| UML | Унифициран език за моделиране (Unified Modeling Language) |
| OMG | Интернационален консорциум с идеална цел, чиито предмет на дейност е стандартизиране на компютърната индустрия ([Object Management Group](http://www.omg.org/)) |
| MOFM2T | Спецификация на OMG (<http://en.wikipedia.org/wiki/MOF_Model_to_Text_Transformation_Language>) |
| MDA | Mоделно разработена архитектура ([Model Driven Architecture](http://www.omg.org/mda/)) |
| XML | разширяем маркиращ език |
| MOF | Стандарт за моделно движена разработа. Meta-Object Facility ([MOF](http://www.omg.org/mof/)) |
| E-MOF | Опростен MOF стандарт (Essential MOF) |
| XMI | XML обмен на метаданни, чиито метамодел може да се изрази чрез MOF |
| GNU | GNU е операционна система, чието име (рекурсивен акроним) означава GNU не е Unix (GNU's Not Unix)  (<http://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%9D%D0%A3>) |
| GPL | Общ публичен лиценз на ГНУ (GNU)  (<http://bg.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License>) |
| Eclipse | многоезична среда за разработване на софтуер, която включва интегрирана среда за разработка (IDE) и плъгин система |
| EPL | Лиценз за отворен код използван от Eclipse |
| Acceleo | Код генератор с отворен код от фондация Eclipse. Имплементация на MOFM2T стандатра  (<http://www.eclipse.org/acceleo/>) |
| EMF | Среда за моделиране на Eclipse  (<http://eclipse.org/modeling/emf/>) |
| Perl | универсален, интерпретиран език за програмиране  (<http://www.perl.org/>) |
| PCRE | Библиотека за работа с Perl съвместими съвместими регулярни изрази  (<http://www.pcre.org/>) |
| MDT | Инструменти за разработка на модели на Eclipse  (<http://www.eclipse.org/modeling/mdt/?project=uml2>) |
| OCL | Декларативен език даващ възможност за описание на правила, които да се прилагат над UML. В последствие той може да се прилага и над всеки MOF мета модел  (<http://www.omg.org/spec/OCL/>) |
| PyEMOF | Python имплементация на E-MOF спецификацията  (<http://www.lifl.fr/~marvie/software/pyemof.html>) |

1. Реализирани документи

| **Реф.** | **Име на документ** | **Връзка** |
| --- | --- | --- |
| **[D1]** | UML модел | <https://github.com/dmanev/ArchExtractor/tree/master/ArchExtractor/model> |
| **[D2]** | UML генерирана документация | <https://github.com/dmanev/ArchExtractor/blob/master/ArchExtractor/Documents/umlGenDoc.zip> |
|  |  |  |

1. Степен на изразителност на езиците за програмиране



Фигура 58 (графиката представя променени(добавени/модифицирани/изтрити) линии код в рамките на една планирана промяна [R11])

1. “Ръчно” написан код генератор

Този тип код генератор се очаква да обхожда даден съвместим модел и на базата на елементите на този модел да отпечатва и попълва предварително заготвени файлове (шаблони). Като за целта може да се използват класове, които да представляват всеки файлов шаблон, с метод за отпечатване:

void generate(in aModel: Model; out outFile: File)

…

printHeader(aModel, outFile)

printContents(aModel, outFile)

printFooter(aModel, outFile)

…

Характерното за такъв тип генератори е ограничената им адаптивност към промени в модела и не особено лесната промяна при необходимост.

1. Шаблони за генериране на базов код

* RteHeader – rte.h

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

// Company: Personal use

// ---------------------------------------------------------------------------------

// Copyright: GPL v3

// ---------------------------------------------------------------------------------

// Project: RTE Simualation

// Language: ANSI-C

// ---------------------------------------------------------------------------------

// Component: RTE

// ----------------------------------------------------------------------------------

//

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

#ifndef I\_RTE\_H

#define I\_RTE\_H (1)

//------------------------------------------------------------------------------

// Exported Macros

//

// #define LAYCmpMacroName(...) (MacroDefinition)

//------------------------------------------------------------------------------

#define PVAR(TYPE, VARIABLE) ((TYPE) \*(VALUE))

#define PDATA(VARIABLE) (\*VARIABLE)

//------------------------------------------------------------------------------

// Exported functions

//

// extern tReturnType LAYCmpFunctionName(tTypeArgument1 ArgumentName1, ... );

//------------------------------------------------------------------------------

***<List SenderReceiverInterface's getter/setter methods external definition>***

***<List ClientServerInterface's provided methods external definition>***

#endif // I\_RTE\_H

* RteImplementation – rte.c

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*// Company: Personal use

// ---------------------------------------------------------------------------------// Copyright: GPL v3

// ---------------------------------------------------------------------------------// Project: RTE Simualation

// Language: ANSI-C

// ---------------------------------------------------------------------------------// Component: RTE

// ----------------------------------------------------------------------------------//

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

//------------------------------------------------------------------------------

// Body Identification

//------------------------------------------------------------------------------

#define RTE\_C "RTE\_C"

//------------------------------------------------------------------------------

// Included files to resolve specific definitions in this file

//------------------------------------------------------------------------------

#include "rte.h"

// -----------------------------------------------------------------------------

// Local data

//

// static tType u8VariableName;

// static tType\* pu8VariableName;

//------------------------------------------------------------------------------

***<List SenderReceiverInterface’s DataElement variables>***

//==============================================================================

//=========================== EXPORTED FUNCTIONS ===============================

//==============================================================================

***<List SenderReceiverInterface's getter/setter methods’ implementation>***

// [EXPORTED\_FUNCTIONS\_END]

//------------------------------------------------------------------------------

// End of file

//------------------------------------------------------------------------------

* RteComponentHeader - rte\_<component name>.h:

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*// Company: Personal use

// ---------------------------------------------------------------------------------// Copyright: GPL v3

// ---------------------------------------------------------------------------------// Project: RTE Simualation

// Language: ANSI-C

// ---------------------------------------------------------------------------------// Component: RTE

// ----------------------------------------------------------------------------------//

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

#ifndef I\_***<component name>***\_H

#define I\_***<component name>***\_H (1)

//------------------------------------------------------------------------------

// Included files to resolve specific definitions in this file

//------------------------------------------------------------------------------

#include "rte.h"

//------------------------------------------------------------------------------

// Local macros

//

// #define mMacroName (MacroDefinition)

//------------------------------------------------------------------------------

***<List provided SenderReceiverInterface's getter/setter methods>***

***<List required SenderReceiverInterface's getter/setter methods>***

***<List ClientServerInterface's required methods>***

#endif // I\_***<component name>***\_H

* RteComponentImplementation - <component name>.c:

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*// Company: Personal use

// ---------------------------------------------------------------------------------// Copyright: GPL v3

// ---------------------------------------------------------------------------------// Project: RTE Simualation

// Language: ANSI-C

// ---------------------------------------------------------------------------------// Component: [aComponent.name.toUpper()/]

// ----------------------------------------------------------------------------------//

//\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

//------------------------------------------------------------------------------

// Body Identification

//------------------------------------------------------------------------------

#define ***<component name>***

//------------------------------------------------------------------------------

// Included files to resolve specific definitions in this file

//

// #include <system\_file\_name.h>

// #include "project\_file\_name.h"

//------------------------------------------------------------------------------

#include \<rte\_***<component name>***.h\>

//==============================================================================

//=========================== EXPORTED FUNCTIONS ===============================

//==============================================================================

***<List ClientServerInterface's provided methods implementation>***

// [EXPORTED\_FUNCTIONS\_END]

//------------------------------------------------------------------------------

// End of file

//------------------------------------------------------------------------------

1. Легенда на диаграмите за работни процеси



Фигура 59 (Легенда на диаграма за работни процеси)

1. Карта на работните процеси



Фигура 60 (Карта на работните процеси)

**Приложение 2, 3, ....:** напр. код или извадки от кода, наръчник на потребителя, екрани от потребителския интерфейс, спецификации, диаграми, и др.

**Изисквания за оформяне на дипломната работа:**

1. Това е препоръчителен шаблон, в зависимост от конкретното задание.
2. Йерархията на структуриране на съдържанието да не бъде повече от 3 нива, номерирани с арабски цифри – напр. 1.2.3.
3. Чуждестранните термини да бъдат преведени, а където това не е възможно – цитирани в *курсив* и нечленувани.
4. Страниците да бъдат номерирани с арабски цифри, в долния десен ъгъл.
5. Използваният шрифт за основния текст на описанието да бъде Times 12 или Arial 10, и Courier 9 за кода, с междуредие 16pt.
6. Да се избягват пренасянията на нова страница на заглавия на секции, фигури и таблици.
7. Да се избягват празни участъци на страници вследствие пренасянето на фигури на нова страница.
8. Всички фигури и таблици да бъдат номерирани и именовани (непосредствено след фигурата или таблицата).
9. Всички фигури и таблици да бъдат цитирани в текста.
10. Използваните фигури от други източници да бъдат цитирани.
11. Всички цитати да бъдат отразени в списъка на използваната литература.
12. Всички източници от списъка на използваната литература да бъдат цитирани в текста.
13. Използваната литература да се цитира съгласно MLA Style - <http://www.library.mun.ca/guides/howto/mla.php>