

Санкт-Петербургский государственный университет

Математическое обеспечение и администрирование информационных
систем

Группа 21.М04-мм

КИДЯНКИН Михаил Владимирович

Технология создания платформ
визуального моделирования на базе
глубокого метамоделирования в
REAL.NET

Отчёт по учебной практике (научно-исследовательской работе)

Научный руководитель:
доцент кафедры системного программирования, к.т.н., Ю.В. Литвинов

Санкт-Петербург
2021

Оглавление

1. Введение	3
2. Постановка задачи	4
3. Обзор	5
3.1. Обзор аналогов	5
3.2. REAL.NET	7
4. Текущие решения	9
5. Заключение	10
Список литературы	11

1. Введение

Визуальные языки и моделирование на данный момент имеют несколько популярных вариантов применения. Визуальное моделирование может быть использовано в качестве инструмента программирования для конечного пользователя, например, в образовательных продуктах (TRIK Studio [7], RoboLab [4]). Кроме этого, визуальные языки могут использоваться и в профессиональных сферах, например, при описании архитектуры ПО — UML [3]. При этом сам инструмент визуального моделирования является достаточно сложным многокомпонентным [5] программным продуктом, разработка с нуля которого для каждой предметной области может быть затратной. В этом случае можно рассматривать универсальные платформы визуального моделирования, позволяющие переиспользовать реализованные решения для разных предметных областей.

Использование подобных универсальных платформ подразумевает наличие механизма описания различных специфичных визуальных языков. Визуальные языки принято описывать с помощью других языков — *метаязыков*, *метамodelей*, а сам механизм описания называют *метамоделированием*. Различают несколько подходов к метамоделированию — классический двухуровневый, применяемый в UML, глубокое метамоделирование [2].

На кафедре системного программирования СПбГУ разрабатывается универсальная платформа моделирования REAL.NET [12], предоставляющая возможность применения различных подходов к метамоделированию, имеющая несколько редакторов и применяющаяся для создания платформ визуального моделирования в специфичных предметных областях. На данный момент платформа имеет поддержку механизма глубокого метамоделирования на уровне задания языка, но не имеет полной поддержки глубокого метамоделирования на уровне других компонентов, что не позволяет использовать языки глубокого метамоделирования для реализации конечных предметно-ориентированных платформ визуального моделирования.

2. Постановка задачи

Целью работы является реализация универсальной платформы визуального моделирования с поддержкой глубокого метамоделирования на основе REAL.NET.

Были поставлены следующие задачи:

1. Провести обзор подходов к метамоделированию, платформ глубокого метамоделирования, универсальных платформ моделирования.
2. Реализовать поддержку глубокого метамоделирования уже имеющимися компонентами REAL.NET: редактором, генератором, хранилищем и т.д.
3. Провести апробацию платформы.

В рамках прохождения учебной практики были поставлены следующие задачи:

1. Провести обзор существующих платформ визуального моделирования с поддержкой глубокого метамоделирования.
2. Начать реализацию поддержки глубокого метамоделирования компонентом репозитория.

3. Обзор

3.1. Обзор аналогов

Существует несколько платформ визуального моделирования, использующих подход глубокого метамоделирования.

3.1.1. Melanee

Melanee [1] представляет собой одну из самых развитых платформ глубокого метамоделирования, создателями которой выступает команда авторов самого подхода глубокого метамоделирования. Представляет собой приложение в виде расширения среды разработки Eclipse. Распространяется как десктопное приложение. Внешний вид редактора моделей представлен на рисунке 1. Данная платформа предоставляет развитый редактор для работы с языком визуального моделирования, поддерживающий специфику работы с глубоким метамоделированием (при этом, не все возможности глубокого метамоделирования представлены). Кроме этого, приложение не предоставляет задокументированных возможностей расширения как языка, так и платформы в целом. Палитра элементов имеет возможность расширения за счет элементов, уже добавленных на модель, однако основные элементы (узлы, связи) фиксированы. Модель можно сохранить, однако отсутствует возможность простого добавления генераторов, средств проверки ограничений и компонентов, специфических для предметных областей.

Таким образом, Melanee можно рассматривать как платформу визуального моделирования, служащую прежде всего для демонстрации подхода глубокого метамоделирования. В связи с этим, она представляет интерес как инструмент не столь развитый как платформа предметно-ориентированного моделирования, однако имеющий хорошую поддержку глубокого метамоделирования на уровне редактора.

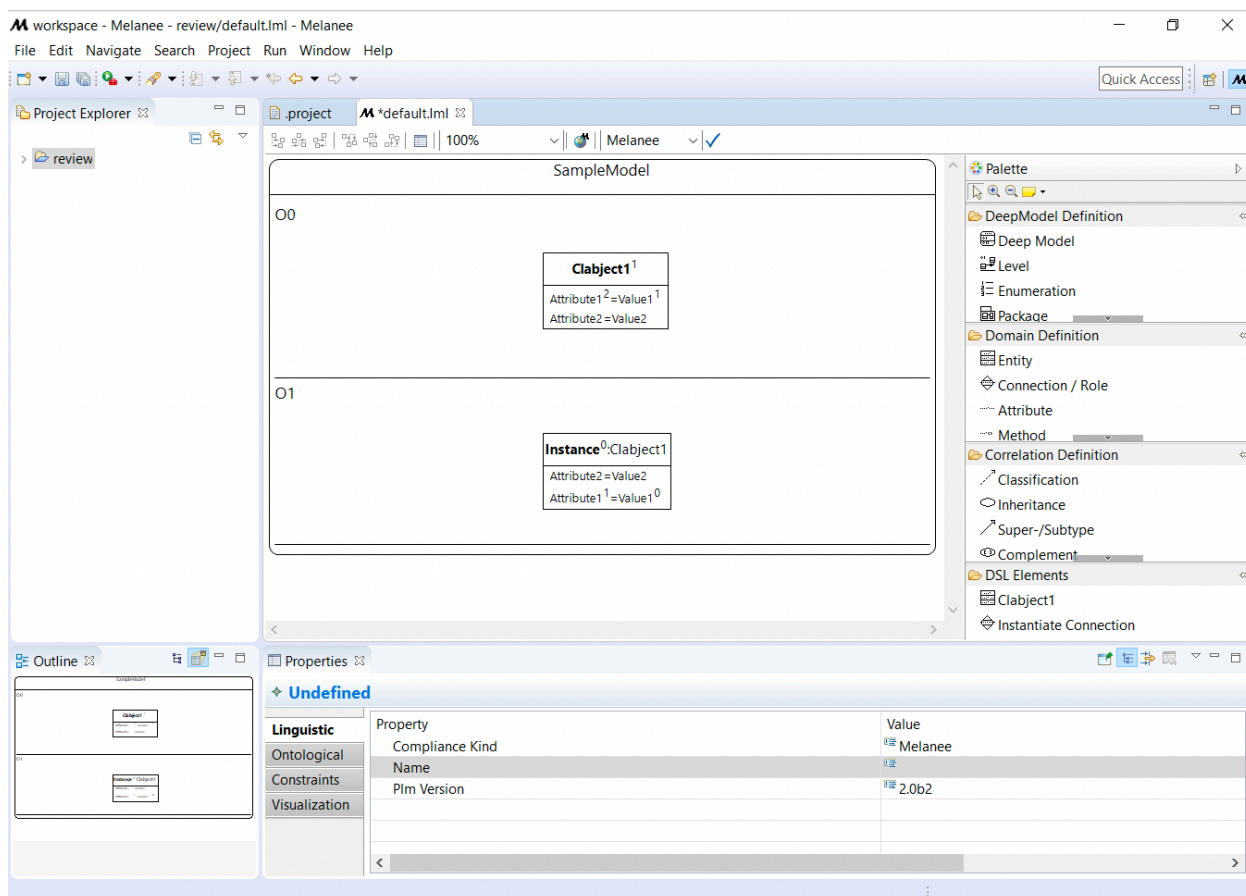


Рис. 1: Melanee

3.1.2. MetaDepth

MetaDepth [6] — средство моделирования, реализующее принцип глубокого метамоделирования для исследования методов разработки, основанных на моделях (model-driven development). Программа не имеет графического интерфейса, работа с моделями происходит через командную строку, что может усложнить применение этой платформы конечными пользователями. Модели можно сохранять, авторы предоставляют набор демонстрационных моделей. Сами модели представляются в виде описания на некотором текстовом языке. Отсутствие графического редактора и возможность встраивания новых компонентов усложняет применение данной платформы, однако она представляет интерес как один из инструментов с поддержкой глубокого метамоделирования.

3.1.3. Diagram Predicate Framework

Diagram Predicate Framework [13] — платформа визуального моделирования, разработанная для работы с концепциями model-driven engineering. С помощью визуального моделирования авторы решают проблемы задания ограничений путем использования предметно-ориентированного визуального языка. Изначально приложения было реализовано на основе среды разработки Eclipse, затем была представлена веб-версия. Поскольку данная платформа уже имеет заданную предметную область, у нее отсутствуют возможности расширения для других предметных областей, добавления других генераторов и собственных средств проверки ограничений. К сожалению, сейчас проект практически не развивается, одна все равно представляет интерес как веб-платформа предметно-ориентированного моделирования.

Стоит отметить, что среди существующих инструментов моделирования с поддержкой глубокого метамоделирования не было найдено прямых аналогов разрабатываемой платформы — универсальных платформ. В то же время, наличие данных проектов показывают интерес сообщества к глубокому метамоделированию, что показывает актуальность работы.

3.2. REAL.NET

REAL.NET [12] представляет собой клиент-серверное приложение (рис. 2), где в качестве клиентской части выступают веб-редакторы, а в качестве серверной — микросервисное приложение, обеспечивающее работу редактора и содержащие необходимые для работы с визуальными языками компонентами.

Основной сервис серверной части — сервис репозитория — компонента — в котором происходит основная работа с моделями и их элементами, принципами метамоделирования. Сервис состоит из двух компонентов — репозитория и его интерфейса. Репозиторий имеет многоуровневую архитектуру, где каждый уровень представляет собой модель на основе предыдущего уровня-модели. Глубокое метамоделирование в

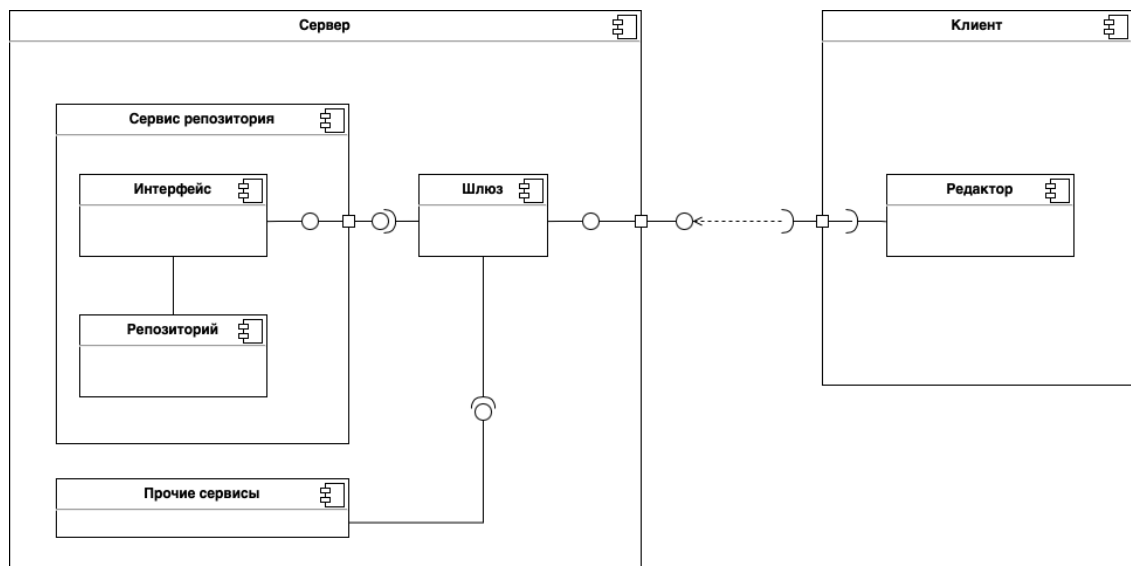


Рис. 2: Архитектура REAL.NET

сервисе репозитория реализовано как новый уровень в репозитории и отдельный интерфейс для взаимодействия с моделями глубокого метамоделирования. Прочие сервисы — генераторы, хранилище, сервисы проверки ограничений не имеют поддержки работы с глубоким метамоделированием.

4. Текущие решения

Поддержка нетипизированных атрибутов

Глубокое метамоделирование предоставляет строгую типизацию для значений атрибутов элементов. Тем не менее, для конечного пользователя бывает удобно иметь упрощенные атрибуты со строковым значением, которые бы не требовали наличия элемента-типа. Для такого случая на уровень глубокого метамоделирования был добавлен элемент «Строка» для типа значений атрибутов, а также методы интерфейса репозитория, позволяющие создавать упрощенные атрибуты из редактора.

Реализация сериализации моделей

Для работы сервиса хранилища и возможности сохранять модели для дальнейшего использования необходимо реализовать сериализацию моделей. Глубокое метамоделирование в репозитории было реализовано на основе новой многоуровневой архитектуры репозитория, что делает предыдущий сериализатор несовместимым с глубоким метамоделированием. Поскольку глубокое метамоделирование представляет собой уровень в этой архитектуре, то было принято решение реализовать сериализацию на более нижних уровнях. Данный подход позволит реализовать сериализацию одновременно для многоуровневого и глубокого подходов к метамоделированию, а также позволит использовать эту реализацию для возможных будущих подходов. Для этого необходимо было изменить модель глубокого метамоделирования так, чтобы она полностью выражалась моделями нижних уровней. Данный подход привел к ухудшению быстродействия, поэтому дополнительно было реализовано кеширование для параметров элементов модели.

В дальнейшем планируется реализация сериализации моделей на нижних уровнях без специальной дополнительной поддержки для глубокого метамоделирования.

5. Заключение

В рамках прохождения учебной практики были выполнены следующие задачи:

1. Был проведен обзор существующих платформ визуального моделирования с поддержкой глубокого метамоделирования.
2. Была начата поддержка глубокого метамоделирования на уровне компонентов:
 - (а) редактора и репозитория — поддержка нетипизированных атрибутов,
 - (б) репозитория — начата реализация сериализации моделей для их сохранения с помощью хранилища.

Для достижения поставленной цели и задач в полном объеме были поставлены планы на работу в следующих семестрах:

1. Провести обзор подходов к глубокому метамоделированию, универсальных платформ метамоделирования.
2. Реализовать поддержку редактором глубокого метамоделирования, сервиса хранилища.
3. Провести апробацию платформы.

С исходным кодом можно ознакомиться в организации REAL.NET на GitHub [8] и репозиториях [9], [10], [11].

Список литературы

- [1] Atkinson Colin, Gerbig Ralph. Flexible Deep Modeling with Melanee // Modellierung 2016, 2.-4. März 2016, Karlsruhe - Workshopband / Ed. by Stefanie Betz, Ulrich Reimer. — Vol. P-255 of LNI. — GI, 2016. — P. 117–122. — URL: <https://dl.gi.de/20.500.12116/843>.
- [2] Atkinson Colin, Kühne Thomas. The Essence of Multilevel Metamodeling // Proceedings of the 4th International Conference on The Unified Modeling Language, Modeling Languages, Concepts, and Tools. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2001. — P. 19–33.
- [3] Booch Grady, Rumbaugh James, Jacobson Ivar. Unified Modeling Language User Guide, The (2nd Edition) (Addison-Wesley Object Technology Series). — Vol. 10. — 1999. — 01.
- [4] Erwin Ben, Cyr Martha, Rogers Chris. LEGO Engineer and RoboLab: Teaching Engineering with LabVIEW from Kindergarten to Graduate School. — Vol. 16. — 2000. — 01.
- [5] Kelly Steven, Tolvanen Juha-Pekka. Domain-Specific Modeling: Enabling Full Code Generation. — Wiley, 2008. — ISBN: [978-0-470-03666-2](#).
- [6] Lara Juan, Guerra Esther. [Deep Meta-modelling with MetaDepth](#). — Vol. 6141. — 2010. — 06. — P. 1–20.
- [7] Mordvinov Dmitry, Litvinov Yurii, Bryksin Timofey. TRIK Studio: Technical Introduction // PROCEEDINGS OF THE 20TH CONFERENCE OF OPEN INNOVATIONS ASSOCIATION (FRUCT 2017) / Ed. by S Balandin. — Proceedings Conference of Open Innovations Association FRUCT. — Canada : IEEE Canada, 2017. — P. 296–308.
- [8] REAL.NET. GitHub организация проекта [Электронный ресурс]. — 2021. — URL: <https://github.com/REAL-NET> (дата обращения: 21.12.2021).

- [9] REAL.NET. GitHub репозиторий проекта клиентской части веб-редактора REAL.NET [Электронный ресурс].— 2021.— URL: <https://github.com/REAL-NET/web-editor-frontend> (дата обращения: 21.12.2021).
- [10] REAL.NET. GitHub репозиторий проекта репозитория REAL.NET [Электронный ресурс].— 2021.— URL: <https://github.com/REAL-NET/Repo> (дата обращения: 21.12.2021).
- [11] REAL.NET. GitHub репозиторий проекта серверной части веб-редактора REAL.NET [Электронный ресурс].— 2021.— URL: <https://github.com/REAL-NET/web-editor-backend> (дата обращения: 21.12.2021).
- [12] REAL.NET Web — Web-based multilevel domain-specific modeling platform / Mikhail Kidiankin, Yurii Litvinov, Valeria Ivasheva et al. // PROCEEDINGS OF FIFTH CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND INFORMATION MANAGEMENT (SEIM-2020). — 2020. — P. 45–51.
- [13] Rossini Alessandro. Diagram Predicate Framework meets Model Versioning and Deep Metamodelling : Ph.D. thesis / Alessandro Rossini. — 2011. — 10.