Консультация к отдельным вопросам государственного экзамена магистратуры ВМК в 2020-21 гг. для студентов, обучающихся по магистерской программе «Суперкомпьютерные системы и приложения»

Вопрос 21. *Образцы (паттерны) проектирования, их классификация и способ описания. Примеры образцов: структурного, поведенческого и порождающего.*

Образец (или паттерн) – это типовое проектное решение конкретной задачи проектирования, описанное специальным образом, чтобы облегчить его повторное применение.

Фактически, каждый паттерн является формализованным опытом лучших разработчиков в индустрии создания ПО.

Основные составляющие части описания образца:

Имя. Идентифицирует образец. Хорошее имя характеризует решаемую проблему и способ ее решения.

Задача. Описание ситуации, в которой следует применять образец. Это описание включает в себя: постановку проблемы, контекст проблемы, перечень условий, при выполнении которых имеет смысл применять образец.

Решение. Описание элементов архитектуры, связей между ними, функций каждого элемента. Включает в себя UML-диаграммы.

Результаты. Следствия применения паттерна и компромиссы. Преимущества и недостатки образца. Влияние использования образца на гибкость, расширяемость и переносимость системы.

Каталог образцов «банды четырёх» содержит более 20 образцов, сгруппированных на 3 части:

- порождающие образцы (способы создания экземпляров классов);
- структурные образцы (способы задания статических связей между проектными классами);
- образцы поведения (способы организации взаимодействий между объектами).

Рассмотрим по одному примеру из каждой группы образцов.

Мост (Bridge)

Классификация: структурный образец.

Назначение: отделить абстракцию от реализации.

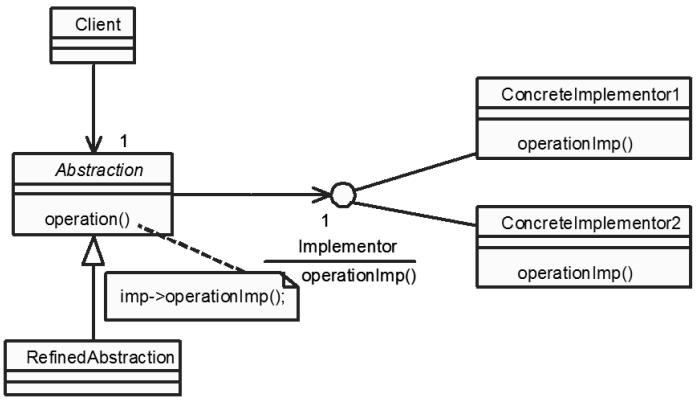
Мотивация: наследование жестко привязывает реализацию к абстракции, поэтому лучше иметь иерархию наследования для интерфейсов и отдельно их реализации.

Ситуации применимости:

- обеспечение независимости абстракции и реализации;
- необходимо расширять подклассами как интерфейсы, так и их реализации;
- изменения в реализации не должны влиять на клиента;
- необходимо разделить большую иерархию наследования на части.

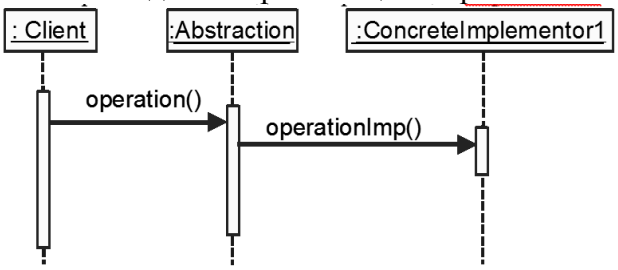
Участники:

- Abstraction – абстракция, в которой определен интерфейс требуемый клиенту;
- RefinedAbstraction – уточненная абстракция с расширенным интерфейсом;
- Implementor – интерфейс для классов-реализаций;
- ConcreteImplementor – конкретный реализатор.



Консультация предоставлена только студентам магистратуры ВМК МГУ для подготовки к государственному. экзамену. Любое другое использование запрещено, в том числе полное или частичное воспроизведение и/или публикация.

Отношения: Абстракция перенаправляет запросы клиента к одной из реализаций Implementora.



Результаты:

- реализация отделяется от интерфейса;
- чтобы заменить реализацию нет необходимости перекомпилировать абстракцию и ее клиента;
- система становится более легко модифицируемой.

Пример: Пусть есть абстракция Shape (форма), в ней есть операция draw(), отвечающая за отрисовку. В каждой конкретной форме (Rectangle, Circle) отрисовка реализуется с помощью примитивов drawLine(), drawCircle(), описанных в интерфейсе Drawing, реализуемом разными графическими утилитами DrawingV1, DrawingV2, рассчитанными на работу с разными графическими устройствами Driver1, Driver2. Диаграмма классов:

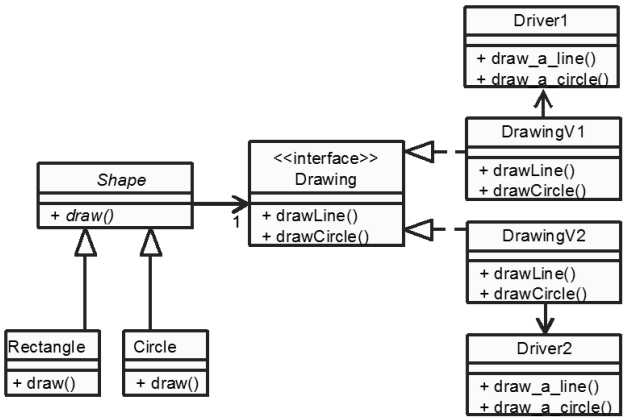
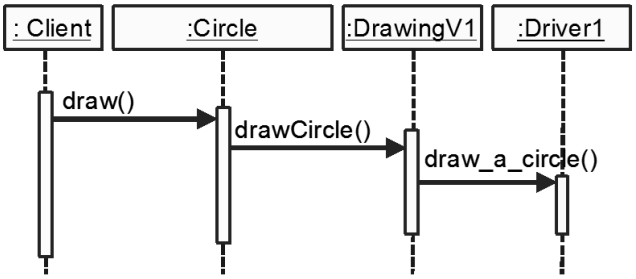
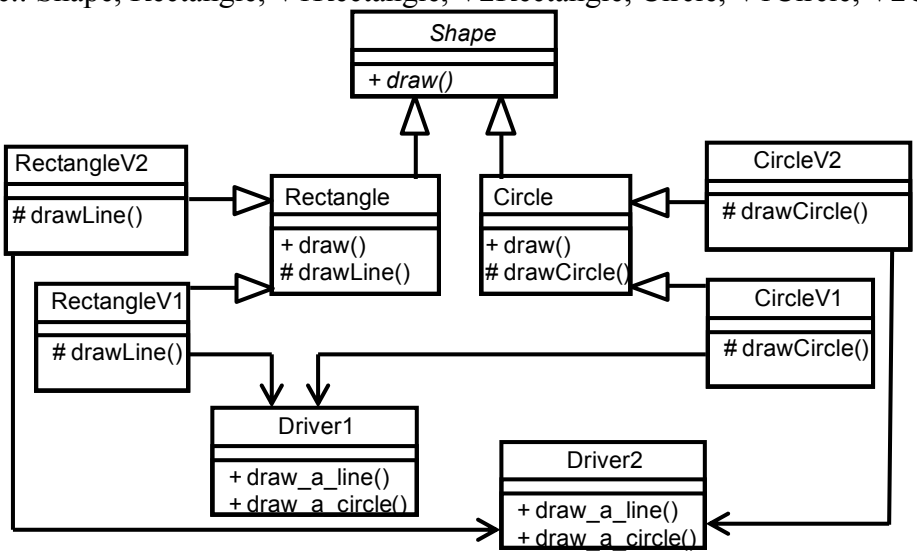


Диаграмма взаимодействия:



Если не применять образец, то у Rectangle и Circle могли бы быть два наследника, каждый из которых рассчитан на работу с одним из двух вариантов графики. Т. е. в иерархии форм было бы 7 классов (см на рис.: Shape, Rectangle, V1Rectangle, V2Rectangle, Circle, V1Circle, V2Circle).



Если добавить ещё формы – наследницы Shape – Triangle, PolyLine, то в первом случае при их отрисовке дополнительные классы не нужны, так как можно воспользоваться реализациями Drawing. Во втором случае иерархия разрастается, в ней становится 13 классов (добавляются Triangle,

Консультация предоставлена только студентам магистратуры ВМК МГУ для подготовки к государственному. экзамену. Любое другое использование запрещено, в том числе полное или частичное воспроизведение и/или публикация.

TriangleV1, TriangleV2, PolyLine, PolyLineV1, PolyLineV2).

Аналогично применение паттерна Мост выгодно при добавлении поддержки еще одного графического устройства Driver3. Будет достаточно добавить новую реализацию интерфейса Drawing – класс DrawingV3, вместо того, чтобы заводить каждой конкретной фигуре наследника с реализацией отрисовки для нового устройства (RectangleV3, CircleV3, TriangleV3, PolyLineV3).

Strategy (Стратегия)

Классификация: образец поведения.

Назначение: Определяет семейство алгоритмов, инкапсулирует каждый из них и делает их взаимозаменяемыми.

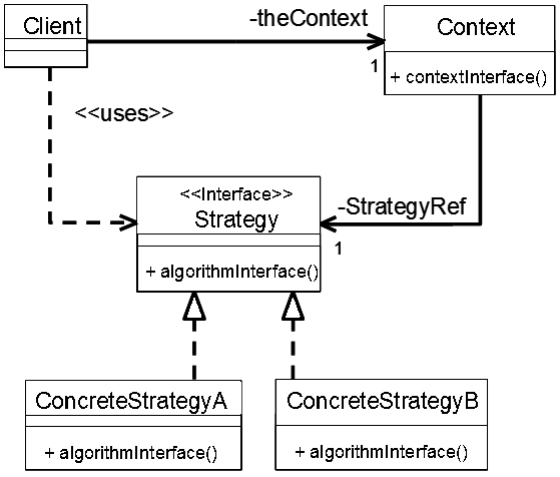
Мотивация: есть несколько алгоритмов решения одной задачи, которые нежелательно «зашивать» в клиентский класс.

Ситуации применимости:

- Имеется много родственных классов, отличающихся только поведением.
- Необходимо иметь несколько разных реализаций одной операции.
- Нужно скрыть от клиента сложные, специфичные для алгоритма структуры данных.
- Упрощение кода метода, представляющего собой длинное ветвление или switch.

Участники:

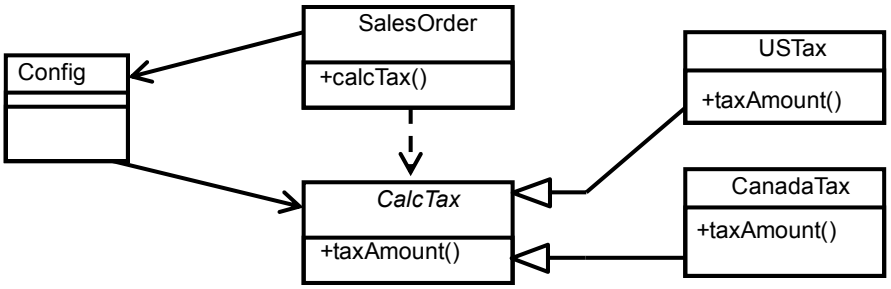
- Strategy – интерфейс общий для семейства алгоритмов;
- ConcreteStrategy – конкретная стратегия, реализующая интерфейс;
- Context – контекст, направляющий запросы клиента стратегиям;
- Client – клиентский класс.



Результаты:

- Иерархия классов стратегий определяет семейство алгоритмов или поведений, которые можно повторно использовать.
- Инкапсуляция алгоритма в отдельный класс позволяет изменять его независимо от контекста.
- Избавляемся от `if` и `switch` (улучшаем читаемость кода).
- Интерфейс класса Strategy общий для всех подклассов ConcreteStrategy – неважно, сложна или тривиальна их реализация. Поэтому вполне вероятно, что некоторые стратегии не будут пользоваться всей передаваемой им информацией, особенно простые.

Приведем пример использования образца для реализации разных стратегий расчета налогов:



Предполагается, что объект класса Config сообщает SalesOrder ссылку на объект-алгоритм расчета налогов (либо экземпляр USTax, пригодный для США, либо CanTax, пригодный для Канады). Если потребуется добавить новые способы расчета, достаточно добавить подклассы CalcTax. Обратите внимание, что в примере вместо интерфейса и реализации используется абстрактный класс и связи обобщения.

Альтернативой предложенному решению является внесение внутрь SalesOrder::calcTax() логики выбора схемы расчета и реализация расчетов в отдельных операциях SalesOrder. Модифицируемость такого решения ниже, чем при использовании образца.

Абстрактная фабрика (Abstract Factory)

Классификация: образец порождения объектов.

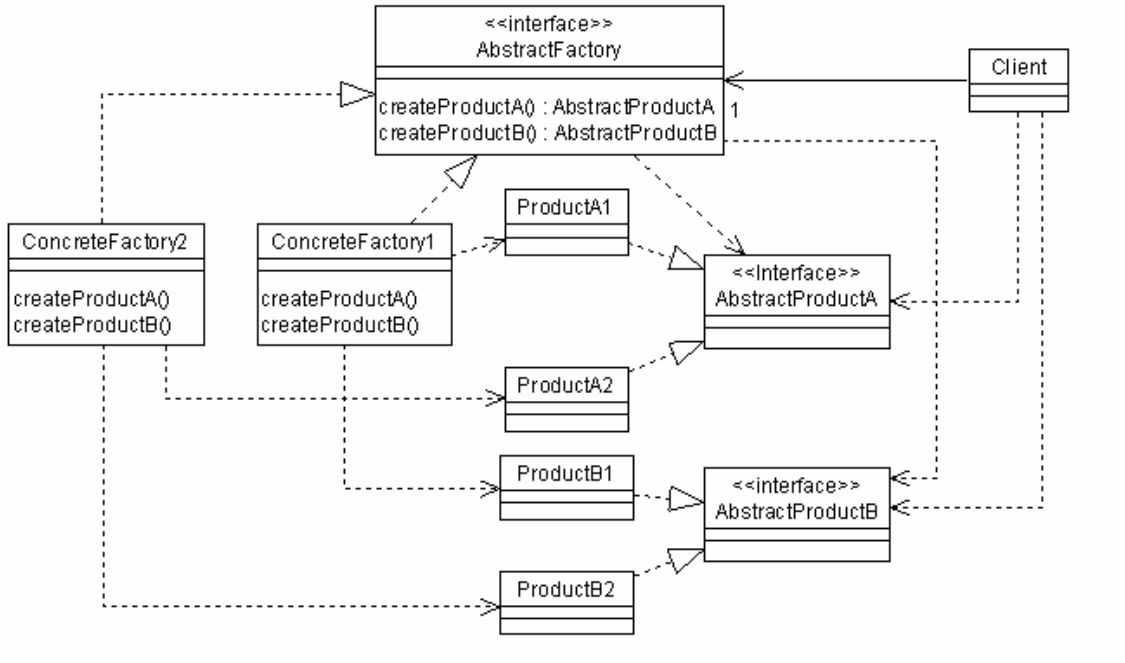
Консультация предоставлена только студентам магистратуры ВМК МГУ для подготовки к государственному. экзамену. Любое другое использование запрещено, в том числе полное или частичное воспроизведение и/или публикация.

Назначение: предоставляет интерфейс для создания взаимосвязанных и взаимозависимых объектов, не определяя их конкретных классов.

Мотивация: часто встает задача проектирования программной системы независимой от конкретной реализации GUI.

Ситуации применимости:

- Система не должна зависеть от того как создаются, компонуются и представляются входящие в нее объекты;
- Входящие в семейство объекты должны использоваться вместе и необходимо обеспечить выполнение этого ограничения;
- Система должна конфигурироваться одним из семейств составляющих ее объектов;
- Предоставляется библиотека классов, реализация которых скрыта за интерфейсом.

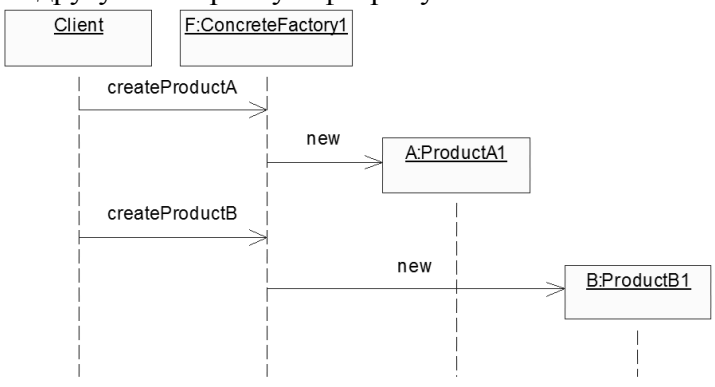


Участники:

- AbstractFactory – интерфейс с операциями для порождения экземпляров абстрактных классов-продуктов.
- ConcreteFactory – реализация порождения экземпляров конкретных классов.
- AbstractProduct – интерфейс с операциями класса-продукта.
- ConcreteProduct – реализация абстрактного продукта, объекты которой порождаются одной из конкретных фабрик.
- Client – класс, использующий интерфейсы AbstractFactory и AbstractProduct.

Отношения:

Обычно, во время выполнения создается один экземпляр ConcreteFactory, который создает экземпляры конкретных продуктов одного из семейств. Для использования объектов другого семейства нужно породить другую конкретную фабрику.



Результаты:

- изоляция клиента от деталей реализации классов-продуктов (их имена известны только конкретной

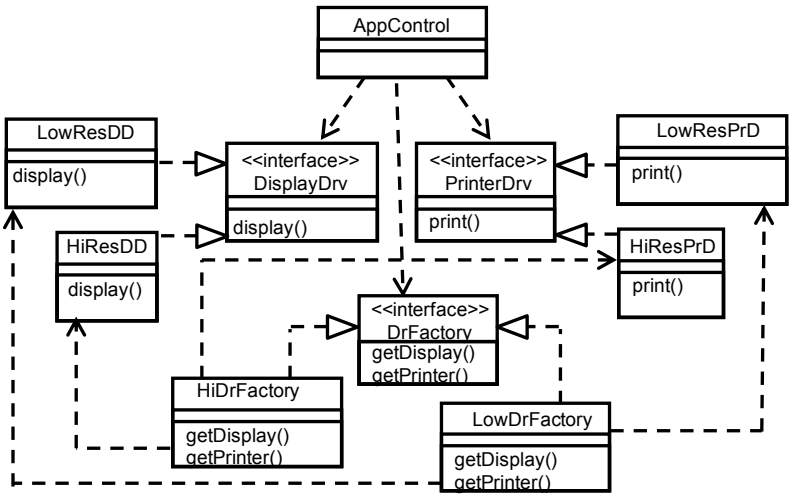
Консультация предоставлена только студентам магистратуры ВМК МГУ для подготовки к государственному. экзамену. Любое другое использование запрещено, в том числе полное или частичное воспроизведение и/или публикация.

фабрике);

- упрощение замены семейств продуктов;
- набор классов-продуктов фиксирован, добавлять новые продукты в семейства трудно.

Представим, что нужно добавить третий класс продуктов. Потребуется добавить иерархию из 3-х классов и дополнительный метод в каждую фабрику, что довольно затратно.

Пример: две фабрики обеспечивают производство семейств классов-драйверов, работающих с низким или высоким разрешением. Предполагается, что разрешение драйвера принтера должно соответствовать дисплейному.



Без применения образца пришлось бы связывать класс ApControl прямыми зависимостями с классами LowResDD, HiResDD, LowResPrD, HiResPrD. На диаграмме, приведённой выше, предполагается, что классы LowResPrD и HiResPrD могут иметь общий интерфейс (или общий суперкласс). Если это не так, совместно с образцом Абстрактная фабрика следует применить образец Адаптер.

Литература к вопросу 21

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб.: Питер, 2016.
2. Фримен Э., Фримен Э. и др. Паттерны проектирования – СПб: Питер, 2016.
3. Материалы по курсу ООАП/МАППО: https://drive.google.com/drive/folders/1he5B9iNXlbhpkW-96GOKItWGm1HRSwle?usp=sharing

Консультация предоставлена только студентам магистратуры ВМК МГУ для подготовки к государственному. экзамену. Любое другое использование запрещено, в том числе полное или частичное воспроизведение и/или публикация.