

УДК 519.683.8

Горшунов А.І.

Білоруський державний університет інформатики і радіоелектроніки

## АРХИТЕКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ CQRS

**Горшунов А.І. Архітектурна модель побудови веб-застосунків CQRS.** У статті пропонується базова імплементація архітектурної моделі побудови застосунків за методологією CQRS (Command and Query Responsibility Segregation, поділ відповідальності на команди і запити), аналізуються особливості проектування, процесу розробки бізнес-додатків; переваги і недоліки даної методології.

**Ключові слова:** архітектура, процес розробки, CQRS, C#, програмне забезпечення.

**Harshunou A.I. CQRS as architectural model web applications development.** The article proposes basic implementation of architectural model building applications using CQRS methodology (Command and Query Responsibility Segregation), analyzes the characteristics of design, business application development process; the advantages and disadvantages of this methodology.

**Keywords:** architecture, development process, CQRS, C#, software.

**Горшунов А.И. Архитектурная модель построения веб-приложений CQRS.** В статье предлагается базовая реализация архитектурной модели построения приложений по методологии CQRS (Command and Query Responsibility Segregation, разделение ответственности на команды и запросы), анализируются особенности проектирования, процесса разработки бизнес-приложений; преимущества и недостатки данной методологии.

**Ключевые слова:** архитектура, процесс разработки, CQRS, C#, программное обеспечение.

**Постановка проблеми.** Процесс разработки программного обеспечения изменяется с развитием технологий программирования: системы усложняются, количество данных и пользователей растёт, изменяется и процесс разработки непосредственно программистами.

Заказчики приложений редко могут дать подробное описание всех бизнес-правил и функционала приложений, т.к. сами зачастую не знают всех требований и ожиданий клиента, формируя «сырое» техническое задание и перекладывая ответственность и выяснение требований непосредственно на команду разработчиков во время этапа разработки.

Основной проблемой разработчиков становится поддержка постоянно меняющихся бизнес-правил, интеграций, оптимизация производительности и расширение функциональности приложений, и, как следствие, проблема качества кода.

В крупных бизнес-приложениях зачастую существует множество предметных областей и сложных правил, которые сложно спроектировать и описать единой моделью. Зачастую бизнес-аналитики сами не в состоянии описать модель и выявить сущности приложения либо провести декомпозицию. В итоге аналитика и моделирование предметной области частично (а иногда и полностью) перекладывается на плечи разработчиков.

Также сами разработчики могут понимать и разделять приложение на компоненты и сущности по-разному, создавая тем самым проблемы дублирования кода, запросов, интерфейсов и даже перемешивание слоёв приложения, инфраструктурного кода и кода доменной модели.

Таким образом, учитывая особенности процесса разработки бизнес-приложений, разработчикам необходимо спрогнозировать возможность изменений, унифицировать терминологию и построить архитектуру приложения так, чтобы минимизировать «архитектурные» риски (вероятность полного переписывания приложения) в связи с изменившимися бизнес-правилами.

**Целью работы** является изучение и демонстрация возможностей применения архитектурной модели построения бизнес-приложений CQRS.

**Основные результаты исследования.** Модель Command-Query Separation (CQS) предлагает разделение работы с объектом на Запросы (Query) и Команды (Commands). При этом необходимо соблюдать следующие правила:

- запросы возвращает данные и никогда не меняют состояние объекта;

- команды изменяют состояние объекта, в идеальном случае, не должны ничего возвращать.

Из этого следует, что во время отсутствия Команд:

- одинаковые Запросы гарантированно вернут одинаковый результат;
- любое количество любых Запросов не изменят состояние объекта;
- удаление Запроса из кода абсолютно прозрачно для объекта и не может дать побочных действий.

Эти свойства CQS используются в «программировании по контракту». В нем методы, осуществляющие проверку состояния объекта, являются Запросами. Это гарантирует их прозрачность для остального кода и возможность безопасного удаления части из них в Release версии кода (например, для оптимизации). Кроме того, подход, предлагаемый CQS, позволяет сделать код приложения более понятным именно благодаря разделению Команд и Запросов. Соответственно, в дальнейшем такое приложение легче поддерживать и модифицировать.

Необходимо отметить, что в некоторых случаях CQS не может быть использован в принципе. В качестве примеров можно рассмотреть реализации алгоритмов стек и очередь. Их методы Pop() и Dequeue() по определению должны и возвращать данные и изменять состояние самого объекта. Кроме того, в случае многопоточного программирования иногда удобнее иметь методы, противоречащие принципам CQS.

Область использования CQS достаточно широка. Например, он подходит для взаимодействия с элементами управления пользовательского интерфейса. Однако, в случае применения данного принципа для работы с источниками данных используется термин Command-Query Responsibility Segregation (CQRS). По сути это синоним, уточняющий область применения. CQRS несет в себе все принципы CQS и не ограничивает способ хранения данных. Это может быть СУБД, массив в памяти и т. д.

Таким образом, мы получаем набор объектов, которые меняют состояние системы, и набор объектов, которые возвращают данные. Типовой дизайн системы, где есть пользовательский интерфейс, бизнес-логика и база данных, показан на рисунке 1:

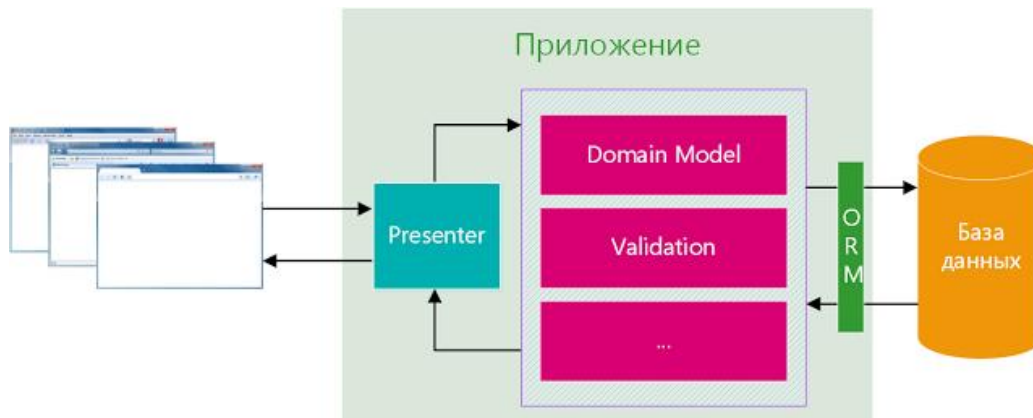


Рис.1. Классический пример архитектуры бизнес-приложения

CQRS предполагает, что не нужно смешивать объекты Команда и Запрос, а нужно их явно выделить (см. рисунок 2):

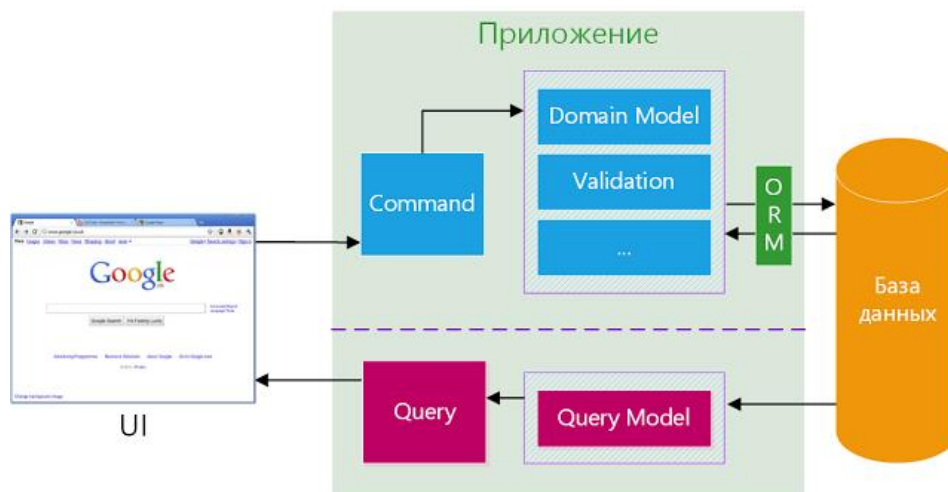


Рис. 2. Архитектурная модель CQRS

Дальше мы будем использовать эти базовые понятия и структуры, чтобы придать системе возможность горизонтального масштабирования. Но уже сейчас, явно выделив Команду и Запрос в вашем коде, вы получите более стройный дизайн системы. Если класс является Командой, то:

- изменяет состояние системы;
- ничего не возвращает;
- хорошо описывает предметную область, как действия пользователей над системой;
- контекст команды хранит нужные для её выполнения данные.

Если класс является Запросом, то:

- не изменяет состояние системы;
- контекст запроса хранит нужные для её выполнения данные;
- возвращает результат

В качестве демонстрации был выбран язык C#.

Основные интерфейсы в CQRS могут выглядеть так:

```
public interface IQuery<out TOutput>
{
    TOutput Ask();
}
public interface IQuery<in TSpecification, out TOutput>
{
    TOutput Ask(TSpecification spec);
}
public interface IAsyncQuery<TOutput> : IQuery<Task<TOutput>> { }
public interface IAsyncQuery<in TSpecification, TOutput> : IQuery<TSpecification, Task<TOutput>> { }
public interface ICommandHandler<in TInput>
{
    void Handle(TInput input);
}
public interface ICommandHandler<in TInput, out TOutput>
{
    TOutput Handle(TInput input);
}
public interface IAsyncCommandHandler<in TInput> : ICommandHandler<TInput, Task> { }
public interface IAsyncCommandHandler<in TInput, TOutput> : ICommandHandler<TInput, Task<TOutput>> { }
```

В этом случае в отсутствии Команд все Запросы всегда возвращают одинаковые результаты на одинаковых входных данных. Такая организация сильно упрощает отладку, потому что в Запросе нет состояния, которое могло бы изменить возвращаемый результат.

Приведем пример реального использования. Отчеты – не единственная частая задача чтения данных. Более общее определение типовых операций чтения это – фильтрация, постраничный вывод, создание проекций (представление агрегатов в необходимом на клиентской стороне виде). Для постраничного вывода из любой таблицы в базе данных и поддержкой фильтрации можно использовать всего одну реализацию IQuery:

```
public class ProjectionQuery<TSpecification, TSource, TDest>: IQuery<TSpecification,
IEnumerable<TDest>>
    , IQuery<TSpecification, int>
    where TSource : class, IHasId
    where TDest : class
{
    protected readonly ILinqProvider LinqProvider;
    protected readonly IProjector Projector;

    public ProjectionQuery(ILinqProvider linqProvier, IProjector projector)
    {
        if (linqProvier == null) throw new ArgumentNullException(nameof(linqProvier));
        if (projector == null) throw new ArgumentNullException(nameof(projector));
        LinqProvider = linqProvier;
        Projector = projector;
    }
    protected virtual IQueryable<TDest> GetQueryable(TSpecification spec) => LinqProvider
        .GetQueryable<TSource>().ApplyIfPossible(spec).Project<TSource,
        TDest>(Projector).ApplyIfPossible(spec);

    public virtual IEnumerable<TDest> Ask(TSpecification spec) => GetQueryable(spec).ToArray();

    int IQuery<TSpecification, int>.Ask(TSpecification spec) => GetQueryable(spec).Count();
}
public class PagedQuery<TSortKey, TSpec, TEntity, TDto>: ProjectionQuery<TSpec, TEntity, TDto>,
IQuery<TSpec, IPagedEnumerable<TDto>>
    where TEntity : class, IHasId
    where TDto : class, IHasId
    where TSpec : IPaging<TDto, TSortKey>
{
    public PagedQuery(ILinqProvider linqProvier, IProjector projector) : base(linqProvier, projector) { }

    public override IEnumerable<TDto> Ask(TSpec spec) =>
    GetQueryable(spec).Paginate(spec).ToArray();

    IPagedEnumerable<TDto> IQuery<TSpec, IPagedEnumerable<TDto>>.Ask(TSpec spec)
        => GetQueryable(spec).ToPagedEnumerable(spec);

    public IQuery<TSpec, IPagedEnumerable<TDto>> AsPaged()
        => this as IQuery<TSpec, IPagedEnumerable<TDto>>;
}
```

Метод ApplyIfPossible проверит осуществляется фильтрация на уровне агрегата или проекции (бывает нужно и так, и так). Метод Project создаст проекцию с помощью AutoMapper.

Принципы CQRS очень хорошо подходят для реализации по протоколу HTTP. Спецификация HTTP четко говорит GET-запросы должны возвращать данные с сервера. POST, PUT, PATCH – изменять состояние. Хорошим тоном в web-программировании считается перенаправление на GET после выполнения POST-операции, например, отправки формы. Таким образом: GET - это Запрос POST/PUT/PATCH/DELETE – это Команда.

Подобная архитектура может показаться «перегруженной». Действительно подобный подход накладывает определенные ограничения к квалификации разработчиков:

- требуется понимание паттернов программирования и хорошее знание платформы;
- первоначальные вложения в код инфраструктуры.

Преимущества:

- четкое отделение домена от инфраструктуры;
- минимизация объема кода в проекте, устранение дублирования кода, устранение циклических зависимостей, устранение рутины, использование соглашений, вместо избыточных конфигураций;
- регламентирование бизнес-логики и общей структуры проекта;
- абстракция от серверной инфраструктуры, поддержка горизонтального масштабирования.

**Выводы.** В результате исследования была изучена архитектурная модель построения бизнес-приложений SQRS, предложена базовая реализация модели, проанализированы преимущества и недостатки данной модели. Приведены примеры реализации задач проекции и постраничного вывода данных. Данная модель хорошо себя зарекомендовала на существующих проектах. Описанные в работе подходы к проектированию использованы при выполнении ряда проектов медицинской тематики (американские веб-сайты, специализирующиеся на поиске докторов, локаций госпиталей, сервисов: <https://www.bannerhealth.com>, <https://www.eehealth.org>, <https://blog.hap.org>), при этом продемонстрирована их эффективность в процессе разработки, гибкость к изменяющимся требованиям заказчика, скорость разработки, унификация архитектуры и терминологии предметной области.

1. Мартин Фаулер. Архитектура корпоративных программных приложений - М.: «Вильямс», 2012. - 544 с.
2. Мартин Р., Мартин М. Принципы, паттерны и методики гибкой разработки на языке C#. - Пер. с англ. - СПб.: Символ-Плюс, 2011. - 768 с.
3. CQRS Documents by Greg Young: [https://cqrs.files.wordpress.com/2010/11/cqrs\\_documents.pdf](https://cqrs.files.wordpress.com/2010/11/cqrs_documents.pdf)
4. CQRS by Martin Fowler: <http://martinfowler.com/bliki/CQRS.html>
5. Dino Esposito. Cutting Edge - CQRS for the Common Application: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/mt147237.aspx>