

# 실전! 스프링 부트와 JPA 활용2 - API 개발과 성능 최적화

## v2023-06-14

#1.인강/jpa활용편/활용편2/강의#

인프런 강의: 실전! 스프링 부트와 JPA 활용2 - API 개발과 성능 최적화

인프런: <https://www.inflern.com>

## 버전 수정 이력

### v2023-06-14

- 스프링 부트 3.1, 하이버네이트 6.2 `array_contains` 내용 추가
- 코드 오타 수정(tnwls2316님 도움)

### v2023-02-18

- 오타(데스나이트님 도움)
- 스프링 부트 3.0, 2.x Querydsl 빌드 링크 추가

### v2022-12-05

- 스프링 부트 3.0 `Hibernate5Module` 대안 `Hibernate5JakartaModule` 추가

### v2022-11-28

- 스프링 부트 3.0 내용 추가
- 프로젝트 선택에서 `Gradle - Groovy` 추가

### v2022-10-10

- `findAll()` → `orderRepository.findAllByString()` (alrnr3521님 도움)

### v2021-08-05

- 예제 부족 추가, orderV6 스트림 코드 컴파일 오류 수정

### v2021-01-21

- 예제 부족 추가, 도움주신 분: 진, kkkh0712

## v2021-01-17

- 오타 수정, 도움주신 분: 류재준

## v1.2 - 2020-10-13

- PUT → 부분 업데이트에는 PATCH, POST를 사용하세요.

## v1.1 - 2020-03-09

- jackson-datatype-hibernate5 라이브러리 추가
- Querydsl 설정 최신 버전으로 업데이트

- `def querydslDir = src/main/generated` → `$buildDir/generated/querydsl`

## v1.0 - 2019-10-31

### 스프링 부트 버전 변경

2.1.6 → 2.1.9

## 목차

- API 개발 기본
  - 회원 등록 API
  - 회원 수정 API
  - 회원 조회 API
- API 개발 고급 - 준비
  - 소개
  - 조회용 샘플 데이터 입력
- API 개발 고급 - 지연 로딩과 조회 성능 최적화
  - 간단한 주문 조회 V1: 엔티티를 직접 노출
  - 간단한 주문 조회 V2: 엔티티를 DTO로 변환
  - 간단한 주문 조회 V3: 엔티티를 DTO로 변환 - 페치 조인 최적화
  - 간단한 주문 조회 V4: JPA에서 DTO로 바로 조회
- API 개발 고급 - 컬렉션 조회 최적화
  - 주문 조회 V1: 엔티티 직접 노출
  - 주문 조회 V2: 엔티티를 DTO로 변환
  - 주문 조회 V3: 엔티티를 DTO로 변환 - 페치 조인 최적화
  - 주문 조회 V3.1: 엔티티를 DTO로 변환 - 페이징과 한계 돌파
  - 주문 조회 V4: JPA에서 DTO 직접 조회

- 주문 조회 V5: JPA에서 DTO 직접 조회 - 컬렉션 조회 최적화
- 주문 조회 V6: JPA에서 DTO로 직접 조회, 플랫 데이터 최적화
- API 개발 고급 정리
- API 개발 고급 - 실무 필수 최적화
  - OSIV와 성능 최적화
- 다음으로
  - 스프링 데이터 JPA 소개
  - QueryDSL 소개

## API 개발 기본

- postman 설치 (<https://www.getpostman.com>)

### 주의! - 스프링 부트 3.0

스프링 부트 3.0을 선택하게 되면 다음 부분을 꼭 확인해주세요.

- **1. Java 17 이상**을 사용해야 합니다.
- **2. javax 패키지 이름을 jakarta로 변경**해야 합니다.
  - 오라클과 자바 라이선스 문제로 모든 javax 패키지를 jakarta로 변경하기로 했습니다.
- **3. H2 데이터베이스를 2.1.214 버전 이상** 사용해주세요.

### 패키지 이름 변경 예)

- **JPA 애노테이션**
  - javax.persistence.Entity → jakarta.persistence.Entity
- 스프링에서 자주 사용하는 **@PostConstruct 애노테이션**
  - javax.annotation.PostConstruct → jakarta.annotation.PostConstruct
- 스프링에서 자주 사용하는 **검증 애노테이션**
  - javax.validation → jakarta.validation

스프링 부트 3.0 관련 자세한 내용은 다음 링크를 확인해주세요: <https://bit.ly/springboot3>

## 회원 등록 API

```
package jpabook.jpashop.api;
```

```

import jpabook.jpashop.domain.Member;
import jpabook.jpashop.service.MemberService;
import lombok.AllArgsConstructor;
import lombok.Data;
import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.web.bind.annotation.*;

import javax.validation.Valid;
import java.util.List;
import java.util.stream.Collectors;

@RestController
@RequiredArgsConstructor
public class MemberApiController {

    private final MemberService memberService;

    /**
     * 등록 V1: 요청 값으로 Member 엔티티를 직접 받는다.
     * 문제점
     * - 엔티티에 프레젠테이션 계층을 위한 로직이 추가된다.
     *   - 엔티티에 API 검증을 위한 로직이 들어간다. (@NotEmpty 등등)
     *   - 실무에서는 회원 엔티티를 위한 API가 다양하게 만들어지는데, 한 엔티티에 각각의 API를 위
한 모든 요청 요구사항을 담기는 어렵다.
     * - 엔티티가 변경되면 API 스펙이 변한다.
     * 결론
     * - API 요청 스펙에 맞추어 별도의 DTO를 파라미터로 받는다.
     */
    @PostMapping("/api/v1/members")
    public CreateMemberResponse saveMemberV1(@RequestBody @Valid Member member)
    {
        Long id = memberService.join(member);
        return new CreateMemberResponse(id);
    }

    @Data
    static class CreateMemberRequest {
        private String name;

```

```

    }

    @Data
    static class CreateMemberResponse {
        private Long id;

        public CreateMemberResponse(Long id) {
            this.id = id;
        }
    }
}

```

## V1 엔티티를 Request Body에 직접 매핑

- 문제점
  - 엔티티에 프레젠테이션 계층을 위한 로직이 추가된다.
  - 엔티티에 API 검증을 위한 로직이 들어간다. (@NotEmpty 등등)
  - 실무에서는 회원 엔티티를 위한 API가 다양하게 만들어지는데, 한 엔티티에 각각의 API를 위한 모든 요청 요구사항을 담기는 어렵다.
  - 엔티티가 변경되면 API 스펙이 변한다.
- 결론
  - API 요청 스펙에 맞추어 별도의 DTO를 파라미터로 받는다.

## V2 엔티티 대신에 DTO를 RequestBody에 매핑

```

/**
 * 등록 V2: 요청 값으로 Member 엔티티 대신에 별도의 DTO를 받는다.
 */
@PostMapping("/api/v2/members")
public CreateMemberResponse saveMemberV2(@RequestBody @Valid
CreateMemberRequest request) {

    Member member = new Member();
    member.setName(request.getName());

    Long id = memberService.join(member);
    return new CreateMemberResponse(id);
}

```

- 
- CreateMemberRequest 를 Member 엔티티 대신에 RequestBody와 매핑한다.
  - 엔티티와 프레젠테이션 계층을 위한 로직을 분리할 수 있다.
  - 엔티티와 API 스펙을 명확하게 분리할 수 있다.
  - 엔티티가 변해도 API 스펙이 변하지 않는다.

참고: 실무에서는 엔티티를 API 스펙에 노출하면 안된다!

## 회원 수정 API

```
/**
 * 수정 API
 */
@PutMapping("/api/v2/members/{id}")
public UpdateMemberResponse updateMemberV2(@PathVariable("id") Long id,
@RequestBody @Valid UpdateMemberRequest request) {
    memberService.update(id, request.getName());
    Member findMember = memberService.findOne(id);
    return new UpdateMemberResponse(findMember.getId(), findMember.getName());
}

@Data
static class UpdateMemberRequest {
    private String name;
}

@Data
@AllArgsConstructor
static class UpdateMemberResponse {
    private Long id;
    private String name;
}
```

- 회원 수정도 DTO를 요청 파라미터에 매핑
-

```

public class MemberService {

    private final MemberRepository memberRepository;

    /**
     * 회원 수정
     */
    @Transactional
    public void update(Long id, String name) {
        Member member = memberRepository.findOne(id);
        member.setName(name);
    }

}

```

- 변경 감지를 사용해서 데이터를 수정

오류정정: 회원 수정 API `updateMemberV2` 은 회원 정보를 부분 업데이트 한다. 여기서 PUT 방식을 사용했는데, PUT은 전체 업데이트를 할 때 사용하는 것이 맞다. 부분 업데이트를 하려면 PATCH를 사용하거나 POST를 사용하는 것이 REST 스타일에 맞다.

## 회원 조회 API

회원조회 V1: 응답 값으로 엔티티를 직접 외부에 노출

```

package jpabook.jpashop.api;

@RestController
@RequiredArgsConstructor
public class MemberApiController {

    private final MemberService memberService;

    /**
     * 조회 V1: 응답 값으로 엔티티를 직접 외부에 노출한다.
     * 문제점
     * - 엔티티에 프레젠테이션 계층을 위한 로직이 추가된다.
     * - 기본적으로 엔티티의 모든 값이 노출된다.
     */
}

```

```

* - 응답 스펙을 맞추기 위해 로직이 추가된다. (@JsonIgnore, 별도의 뷰 로직 등등)
* - 실무에서는 같은 엔티티에 대해 API가 용도에 따라 다양하게 만들어지는데, 한 엔티티에 각각의
API를 위한 프레젠테이션 응답 로직을 담기는 어렵다.
* - 엔티티가 변경되면 API 스펙이 변한다.
* - 추가로 컬렉션을 직접 반환하면 향후 API 스펙을 변경하기 어렵다.(별도의 Result 클래스 생성
으로 해결)

* 결론
* - API 응답 스펙에 맞추어 별도의 DTO를 반환한다.

*/

//조회 V1: 안 좋은 버전, 모든 엔티티가 노출, @JsonIgnore -> 이걸 정말 최악, api가 이거 하
나인가! 화면에 종속적이지 마라!

@GetMapping("/api/v1/members")
public List<Member> membersV1() {
    return memberService.findMembers();
}

}

```

조회 V1: 응답 값으로 엔티티를 직접 외부에 노출한

- 문제점
  - 엔티티에 프레젠테이션 계층을 위한 로직이 추가된다.
  - 기본적으로 엔티티의 모든 값이 노출된다.
  - 응답 스펙을 맞추기 위해 로직이 추가된다. (@JsonIgnore, 별도의 뷰 로직 등등)
  - 실무에서는 같은 엔티티에 대해 API가 용도에 따라 다양하게 만들어지는데, 한 엔티티에 각각의 API를 위한 프레젠테이션 응답 로직을 담기는 어렵다.
  - 엔티티가 변경되면 API 스펙이 변한다.
  - 추가로 컬렉션을 직접 반환하면 향후 API 스펙을 변경하기 어렵다.(별도의 Result 클래스 생성으로 해결)
- 결론
  - API 응답 스펙에 맞추어 별도의 DTO를 반환한다.

참고: 엔티티를 외부에 노출하지 마세요!

실무에서는 member 엔티티의 데이터가 필요한 API가 계속 증가하게 된다. 어떤 API는 name 필드가 필요하지만, 어떤 API는 name 필드가 필요 없을 수 있다. 결론적으로 엔티티 대신에 API 스펙에 맞는 별도의 DTO를 노출해야 한다.



## 회원조회 V2: 응답 값으로 엔티티가 아닌 별도의 DTO 사용

```
/**
 * 조회 V2: 응답 값으로 엔티티가 아닌 별도의 DTO를 반환한다.
 */
@GetMapping("/api/v2/members")
public Result membersV2() {

    List<Member> findMembers = memberService.findMembers();
    //엔티티 -> DTO 변환

    List<MemberDto> collect = findMembers.stream()
        .map(m -> new MemberDto(m.getName()))
        .collect(Collectors.toList());

    return new Result(collect);
}

@Data
@AllArgsConstructor
static class Result<T> {
    private T data;
}

@Data
@AllArgsConstructor
static class MemberDto {
    private String name;
}
```

- 엔티티를 DTO로 변환해서 반환한다.
- 엔티티가 변해도 API 스펙이 변경되지 않는다.
- 추가로 `Result` 클래스로 컬렉션을 감싸서 향후 필요한 필드를 추가할 수 있다.

# API 개발 고급 - 준비

## 소개

API 개발 고급 전반을 소개

## 조회용 샘플 데이터 입력

API 개발 고급 설명을 위해 샘플 데이터를 입력하자.

- userA
  - JPA1 BOOK
  - JPA2 BOOK
- userB
  - SPRING1 BOOK
  - SPRING2 BOOK

```
package jpabook.jpashop;

import jpabook.jpashop.domain.*;
import jpabook.jpashop.domain.item.Book;
import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.stereotype.Component;
import org.springframework.transaction.annotation.Transactional;

import javax.annotation.PostConstruct;
import javax.persistence.EntityManager;

@Component
@RequiredArgsConstructor
public class InitDb {

    private final InitService initService;

    @PostConstruct
    public void init() {
        initService.dbInit1();
    }
}
```

```

        initService.dbInit2();
    }

@Component
@Transactional
@RequiredArgsConstructor
static class InitService {

    private final EntityManager em;

    public void dbInit1() {
        Member member = createMember("userA", "서울", "1", "1111");
        em.persist(member);

        Book book1 = createBook("JPA1 BOOK", 10000, 100);
        em.persist(book1);

        Book book2 = createBook("JPA2 BOOK", 20000, 100);
        em.persist(book2);

        OrderItem orderItem1 = OrderItem.createOrderItem(book1, 10000, 1);
        OrderItem orderItem2 = OrderItem.createOrderItem(book2, 20000, 2);
        Order order = Order.createOrder(member, createDelivery(member),
orderItem1, orderItem2);
        em.persist(order);
    }

    public void dbInit2() {
        Member member = createMember("userB", "진주", "2", "2222");
        em.persist(member);

        Book book1 = createBook("SPRING1 BOOK", 20000, 200);
        em.persist(book1);

        Book book2 = createBook("SPRING2 BOOK", 40000, 300);
        em.persist(book2);

        Delivery delivery = createDelivery(member);
    }
}

```

```

        OrderItem orderItem1 = OrderItem.createOrderItem(book1, 20000, 3);
        OrderItem orderItem2 = OrderItem.createOrderItem(book2, 40000, 4);
        Order order = Order.createOrder(member, delivery, orderItem1,
orderItem2);
        em.persist(order);
    }

    private Member createMember(String name, String city, String street,
String zipcode) {
        Member member = new Member();
        member.setName(name);
        member.setAddress(new Address(city, street, zipcode));
        return member;
    }

    private Book createBook(String name, int price, int stockQuantity) {
        Book book = new Book();
        book.setName(name);
        book.setPrice(price);
        book.setStockQuantity(stockQuantity);
        return book;
    }

    private Delivery createDelivery(Member member) {
        Delivery delivery = new Delivery();
        delivery.setAddress(member.getAddress());
        return delivery;
    }

}
}

```

참고: 주문 내역 화면에서는 회원당 주문 내역을 하나만 출력했으므로 하나만 노출된다.

# API 개발 고급 - 지연 로딩과 조회 성능 최적화

주문 + 배송정보 + 회원을 조회하는 API를 만들자

지연 로딩 때문에 발생하는 성능 문제를 단계적으로 해결해보자.

참고: 지금부터 설명하는 내용은 정말 중요합니다. 실무에서 JPA를 사용하려면 100% 이해해야 합니다. 안그러면 엄청난 시간을 날리고 강사를 원망하면서 인생을 허비하게 됩니다.

## 간단한 주문 조회 V1: 엔티티를 직접 노출

### OrderSimpleApiController

```
package jpabook.jpashop.api;

import jpabook.jpashop.domain.Address;
import jpabook.jpashop.domain.Order;
import jpabook.jpashop.domain.OrderStatus;
import jpabook.jpashop.repository.*;
import lombok.Data;
import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController;

import java.time.LocalDateTime;
import java.util.List;

import static java.util.stream.Collectors.toList;

/**
 *
 * xToOne(ManyToOne, OneToOne) 관계 최적화
 * Order
 * Order -> Member
 * Order -> Delivery
 *
 */
@RestController
@RequiredArgsConstructor
```

```

public class OrderSimpleApiController {

    private final OrderRepository orderRepository;

    /**
     * V1. 엔티티 직접 노출
     * - Hibernate5Module 모듈 등록, LAZY=null 처리
     * - 양방향 관계 문제 발생 -> @JsonIgnore
     */
    @GetMapping("/api/v1/simple-orders")
    public List<Order> ordersV1() {
        List<Order> all = orderRepository.findAllByString(new OrderSearch());
        for (Order order : all) {
            order.getMember().getName(); //Lazy 강제 초기화
            order.getDelivery().getAddress(); //Lazy 강제 초기화
        }
        return all;
    }
}

```

- 엔티티를 직접 노출하는 것은 좋지 않다. (앞장에서 이미 설명)
- `order` → `member` 와 `order` → `address` 는 지연 로딩이다. 따라서 실제 엔티티 대신에 프록시 존재
- jackson 라이브러리는 기본적으로 이 프록시 객체를 json으로 어떻게 생성해야 하는지 모름 → 예외 발생
- `Hibernate5Module` 을 스프링 빈으로 등록하면 해결(스프링 부트 사용중)

## 하이버네이트 모듈 등록

스프링 부트 버전에 따라서 모듈 등록 방법이 다르다. 스프링 부트 3.0 부터는 `javax` -> `jakarta` 로 변경되어서 지원 모듈도 다른 모듈을 등록해야 한다.

## 스프링 부트 3.0 미만: Hibernate5Module 등록

`build.gradle` 에 다음 라이브러리를 추가하자

```
implementation 'com.fasterxml.jackson.datatype:jackson-datatype-hibernate5'
```

`JpashopApplication` 에 다음 코드를 추가하자

```
@Bean
Hibernate5Module hibernate5Module() {
    return new Hibernate5Module();
}
```

- 기본적으로 초기화 된 프록시 객체만 노출, 초기화 되지 않은 프록시 객체는 노출 안함

만약 스프링 부트 3.0 이상을 사용하면 다음을 참고해서 모듈을 변경해야 한다. 그렇지 않으면 다음과 같은 예외가 발생한다.

```
java.lang.ClassNotFoundException: javax.persistence.Transient
```

### 스프링 부트 3.0 이상: **Hibernate5JakartaModule** 등록

build.gradle 에 다음 라이브러리를 추가하자

```
implementation 'com.fasterxml.jackson.datatype:jackson-datatype-hibernate5-jakarta'
```

JpashopApplication 에 다음 코드를 추가하자

```
@Bean
Hibernate5JakartaModule hibernate5Module() {
    return new Hibernate5JakartaModule();
}
```

- 기본적으로 초기화 된 프록시 객체만 노출, 초기화 되지 않은 프록시 객체는 노출 안함

### 다음과 같이 설정하면 강제로 지연 로딩 가능

```
@Bean
Hibernate5Module hibernate5Module() {
    Hibernate5Module hibernate5Module = new Hibernate5Module();
    //강제 지연 로딩 설정
    hibernate5Module.configure(Hibernate5Module.Feature.FORCE_LAZY_LOADING,
    true);
    return hibernate5Module;
}
```

- 이 옵션을 키면 `order -> member`, `member -> orders` 양방향 연관관계를 계속 로딩하게 된다. 따라서 `@JsonIgnore` 옵션을 한곳에 주어야 한다.

주의: 스프링 부트 3.0 이상이면 `Hibernate5Module` 대신에 `Hibernate5JakartaModule` 을 사용해야 한다.

주의: 엔티티를 직접 노출할 때는 양방향 연관관계가 걸린 곳은 꼭! 한곳을 `@JsonIgnore` 처리 해야 한다. 안그러면 양쪽을 서로 호출하면서 무한 루프가 걸린다.

참고: 앞에서 계속 강조했듯이 정말 간단한 애플리케이션이 아니면 엔티티를 API 응답으로 외부로 노출하는 것은 좋지 않다. 따라서 `Hibernate5Module` 를 사용하기 보다는 DTO로 변환해서 반환하는 것이 더 좋은 방법이다.

주의: 지연 로딩(LAZY)을 피하기 위해 즉시 로딩(EAGER)으로 설정하면 안된다! 즉시 로딩 때문에 연관관계가 필요 없는 경우에도 데이터를 항상 조회해서 성능 문제가 발생할 수 있다. 즉시 로딩으로 설정하면 성능 튜닝이 매우 어려워 진다.

항상 지연 로딩을 기본으로 하고, 성능 최적화가 필요한 경우에는 페치 조인(fetch join)을 사용해라!(V3에서 설명)

## 간단한 주문 조회 V2: 엔티티를 DTO로 변환

### OrderSimpleApiController - 추가

```
/**
 * V2. 엔티티를 조회해서 DTO로 변환(fetch join 사용X)
 * - 단점: 지연로딩으로 쿼리 N번 호출
 */
@GetMapping("/api/v2/simple-orders")
public List<SimpleOrderDto> ordersV2() {
    List<Order> orders = orderRepository.findAll();
    List<SimpleOrderDto> result = orders.stream()
        .map(o -> new SimpleOrderDto(o))
        .collect(toList());

    return result;
}
```



```

@Data
static class SimpleOrderDto {

    private Long orderId;
    private String name;
    private LocalDateTime orderDate; //주문시간
    private OrderStatus orderStatus;
    private Address address;

    public SimpleOrderDto(Order order) {
        orderId = order.getId();
        name = order.getMember().getName();
        orderDate = order.getOrderDate();
        orderStatus = order.getStatus();
        address = order.getDelivery().getAddress();
    }
}

```

- 엔티티를 DTO로 변환하는 일반적인 방법이다.
- 쿼리가 총 1 + N + N번 실행된다. (v1과 쿼리수 결과는 같다.)
  - order 조회 1번(order 조회 결과 수가 N이 된다.)
  - order -> member 지연 로딩 조회 N 번
  - order -> delivery 지연 로딩 조회 N 번
  - 예) order의 결과가 4개면 최악의 경우 1 + 4 + 4번 실행된다.(최악의 경우)
    - 지연로딩은 영속성 컨텍스트에서 조회하므로, 이미 조회된 경우 쿼리를 생략한다.

## 간단한 주문 조회 V3: 엔티티를 DTO로 변환 - 페치 조인 최적화

### OrderSimpleApiController - 추가

```

/**
 * V3. 엔티티를 조회해서 DTO로 변환(fetch join 사용0)
 * - fetch join으로 쿼리 1번 호출
 * 참고: fetch join에 대한 자세한 내용은 JPA 기본편 참고(정말 중요함)
 */

```

```

@GetMapping("/api/v3/simple-orders")
public List<SimpleOrderDto> ordersV3() {
    List<Order> orders = orderRepository.findAllWithMemberDelivery();
    List<SimpleOrderDto> result = orders.stream()
        .map(o -> new SimpleOrderDto(o))
        .collect(toList());
    return result;
}

```

### OrderRepository - 추가 코드

```

public List<Order> findAllWithMemberDelivery() {
    return em.createQuery(
        "select o from Order o" +
        " join fetch o.member m" +
        " join fetch o.delivery d", Order.class)
        .getResultList();
}

```

- 엔티티를 페치 조인(fetch join)을 사용해서 쿼리 1번에 조회
- 페치 조인으로 `order -> member`, `order -> delivery` 는 이미 조회 된 상태 이므로 지연로딩X

## 간단한 주문 조회 V4: JPA에서 DTO로 바로 조회

### OrderSimpleApiController - 추가

```

private final OrderSimpleQueryRepository orderSimpleQueryRepository; //의존관계 주
입

/**
 * V4. JPA에서 DTO로 바로 조회
 * - 쿼리 1번 호출
 * - select 절에서 원하는 데이터만 선택해서 조회
 */
@GetMapping("/api/v4/simple-orders")
public List<OrderSimpleQueryDto> ordersV4() {
    return orderSimpleQueryRepository.findOrderDtos();
}

```

```
}
```

## OrderSimpleQueryRepository 조회 전용 리포지토리

```
package jpabook.jpashop.repository.order.simplequery;

import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.stereotype.Repository;

import javax.persistence.EntityManager;
import java.util.List;

@Repository
@RequiredArgsConstructor
public class OrderSimpleQueryRepository {

    private final EntityManager em;

    public List<OrderSimpleQueryDto> findOrderDtos() {
        return em.createQuery(
            "select new "
            + jpabook.jpashop.repository.order.simplequery.OrderSimpleQueryDto(o.id, m.name,
            + o.orderDate, o.status, d.address)" +
            " from Order o" +
            " join o.member m" +
            " join o.delivery d", OrderSimpleQueryDto.class)
            .getResultList();
    }
}
```

## OrderSimpleQueryDto 리포지토리에서 DTO 직접 조회

```
package jpabook.jpashop.repository.order.simplequery;

import jpabook.jpashop.domain.Address;
```

```

import jpabook.jpashop.domain.OrderStatus;
import lombok.Data;

import java.time.LocalDateTime;

@Data
public class OrderSimpleQueryDto {

    private Long orderId;
    private String name;
    private LocalDateTime orderDate; //주문시간
    private OrderStatus orderStatus;
    private Address address;

    public OrderSimpleQueryDto(Long orderId, String name, LocalDateTime
orderDate, OrderStatus orderStatus, Address address) {
        this.orderId = orderId;
        this.name = name;
        this.orderDate = orderDate;
        this.orderStatus = orderStatus;
        this.address = address;
    }
}

```

- 일반적인 SQL을 사용할 때 처럼 원하는 값을 선택해서 조회
- `new` 명령어를 사용해서 JPQL의 결과를 DTO로 즉시 변환
- SELECT 절에서 원하는 데이터를 직접 선택하므로 DB → 애플리케이션 네트워크 용량 최적화(생각보다 미비)
- 리포지토리 재사용성 떨어짐, API 스펙에 맞춘 코드가 리포지토리에 들어가는 단점

## 정리

엔티티를 DTO로 변환하거나, DTO로 바로 조회하는 두가지 방법은 각각 장단점이 있다. 둘중 상황에 따라서 더 나은 방법을 선택하면 된다. 엔티티로 조회하면 리포지토리 재사용성도 좋고, 개발도 단순해진다. 따라서 권장하는 방법은 다음과 같다.

## 쿼리 방식 선택 권장 순서

1. 우선 엔티티를 DTO로 변환하는 방법을 선택한다.
2. 필요하면 페치 조인으로 성능을 최적화 한다. → 대부분의 성능 이슈가 해결된다.
3. 그래도 안되면 DTO로 직접 조회하는 방법을 사용한다.
4. 최후의 방법은 JPA가 제공하는 네이티브 SQL이나 스프링 JDBC Template을 사용해서 SQL을 직접 사용한다.

## API 개발 고급 - 컬렉션 조회 최적화

주문내역에서 추가로 주문한 상품 정보를 추가로 조회하자.

Order 기준으로 컬렉션인 `OrderItem` 와 `Item` 이 필요하다.

앞의 예제에서는 `toOne(OneToOne, ManyToOne)` 관계만 있었다. 이번에는 컬렉션인 일대다 관계 (`OneToMany`)를 조회하고, 최적화하는 방법을 알아보자.

### 주문 조회 V1: 엔티티 직접 노출

```
package jpabook.jpashop.api;

import jpabook.jpashop.domain.Address;
import jpabook.jpashop.domain.Order;
import jpabook.jpashop.domain.OrderItem;
import jpabook.jpashop.domain.OrderStatus;
import jpabook.jpashop.repository.*;
import lombok.Data;
import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController;

import java.time.LocalDateTime;
import java.util.List;

import static java.util.stream.Collectors.*;

/**
```

```

* V1. 엔티티 직접 노출
* - 엔티티가 변하면 API 스펙이 변한다.
* - 트랜잭션 안에서 지연 로딩 필요
* - 양방향 연관관계 문제
*
* V2. 엔티티를 조회해서 DTO로 변환(fetch join 사용X)
* - 트랜잭션 안에서 지연 로딩 필요
* V3. 엔티티를 조회해서 DTO로 변환(fetch join 사용O)
* - 페이징 시에는 N 부분을 포기해야함(대신에 batch fetch size? 옵션 주면 N -> 1 쿼리로 변경
가능)
*
* V4. JPA에서 DTO로 바로 조회, 컬렉션 N 조회 (1 + N Query)
* - 페이징 가능
* V5. JPA에서 DTO로 바로 조회, 컬렉션 1 조회 최적화 버전 (1 + 1 Query)
* - 페이징 가능
* V6. JPA에서 DTO로 바로 조회, 플랫 데이터(1Query) (1 Query)
* - 페이징 불가능...
*
*/

```

```
@RestController
```

```
@RequiredArgsConstructor
```

```
public class OrderApiController {
```

```
    private final OrderRepository orderRepository;
```

```
    /**
```

```

    * V1. 엔티티 직접 노출
    * - Hibernate5Module 모듈 등록, LAZY=null 처리
    * - 양방향 관계 문제 발생 -> @JsonIgnore
    */

```

```
@GetMapping("/api/v1/orders")
```

```
public List<Order> ordersV1() {
```

```
    List<Order> all = orderRepository.findAllByString(new OrderSearch());
```

```
    for (Order order : all) {
```

```
        order.getMember().getName(); //Lazy 강제 초기화
```

```
        order.getDelivery().getAddress(); //Lazy 강제 초기화
```

```
        List<OrderItem> orderItems = order.getOrderItems();
```

```
        orderItems.stream().forEach(o -> o.getItem().getName()); //Lazy 강제
```

```
        초기화
    }
}
```

```

    }
    return all;
}

}

```

- `orderItem`, `item` 관계를 직접 초기화하면 `Hibernate5Module` 설정에 의해 엔티티를 JSON으로 생성한다.
- 양방향 연관관계면 무한 루프에 걸리지 않게 한곳에 `@JsonIgnore` 를 추가해야 한다.
- 엔티티를 직접 노출하므로 좋은 방법은 아니다.

## 주문 조회 V2: 엔티티를 DTO로 변환

```

@GetMapping("/api/v2/orders")
public List<OrderDto> ordersV2() {
    List<Order> orders = orderRepository.findAllByString(new OrderSearch());
    List<OrderDto> result = orders.stream()
        .map(o -> new OrderDto(o))
        .collect(toList());

    return result;
}

```

## OrderApiController에 추가

```

@Data
static class OrderDto {

    private Long orderId;
    private String name;
    private LocalDateTime orderDate; //주문시간
    private OrderStatus orderStatus;
    private Address address;
}

```

```

private List<OrderItemDto> orderItems;

public OrderDto(Order order) {
    orderId = order.getId();
    name = order.getMember().getName();
    orderDate = order.getOrderDate();
    orderStatus = order.getStatus();
    address = order.getDelivery().getAddress();
    orderItems = order.getOrderItems().stream()
        .map(orderItem -> new OrderItemDto(orderItem))
        .collect(toList());
}
}

@Data
static class OrderItemDto {

    private String itemName; //상품 명
    private int orderPrice; //주문 가격
    private int count;      //주문 수량

    public OrderItemDto(OrderItem orderItem) {
        itemName = orderItem.getItem().getName();
        orderPrice = orderItem.getOrderPrice();
        count = orderItem.getCount();
    }
}

```

- 지연 로딩으로 너무 많은 SQL 실행
- SQL 실행 수
  - order 1번
  - member, address N번(order 조회 수 만큼)
  - orderItem N번(order 조회 수 만큼)
  - item N번(orderItem 조회 수 만큼)

참고: 지연 로딩은 영속성 컨텍스트에 있으면 영속성 컨텍스트에 있는 엔티티를 사용하고 없으면 SQL을 실행한다. 따라서 같은 영속성 컨텍스트에서 이미 로딩한 회원 엔티티를 추가로 조회하면 SQL을 실행하지 않



는다.

## 주문 조회 V3: 엔티티를 DTO로 변환 - 페치 조인 최적화

### OrderApiController에 추가

```
@GetMapping("/api/v3/orders")
public List<OrderDto> ordersV3() {
    List<Order> orders = orderRepository.findAllWithItem();
    List<OrderDto> result = orders.stream()
        .map(o -> new OrderDto(o))
        .collect(toList());

    return result;
}
```

### OrderRepository에 추가

```
public List<Order> findAllWithItem() {
    return em.createQuery(
        "select distinct o from Order o" +
        " join fetch o.member m" +
        " join fetch o.delivery d" +
        " join fetch o.orderItems oi" +
        " join fetch oi.item i", Order.class)
        .getResultList();
}
```

- 페치 조인으로 SQL이 1번만 실행됨
- `distinct` 를 사용한 이유는 1대다 조인이 있으므로 데이터베이스 row가 증가한다. 그 결과 같은 order 엔티티의 조회 수도 증가하게 된다. JPA의 `distinct`는 SQL에 `distinct`를 추가하고, 더해서 같은 엔티티가 조회되면, 애플리케이션에서 중복을 걸러준다. 이 예에서 order가 컬렉션 페치 조인 때문에 중복 조회 되는 것을 막아준다.

- 단점
  - 페이징 불가능

참고: 컬렉션 페치 조인을 사용하면 페이징이 불가능하다. 하이버네이트는 경고 로그를 남기면서 모든 데이터를 DB에서 읽어오고, 메모리에서 페이징 해버린다(매우 위험하다). 자세한 내용은 자바 ORM 표준 JPA 프로그래밍의 페치 조인 부분을 참고하자.

참고: 컬렉션 페치 조인은 1개만 사용할 수 있다. 컬렉션 둘 이상에 페치 조인을 사용하면 안된다. 데이터가 부정합하게 조회될 수 있다. 자세한 내용은 자바 ORM 표준 JPA 프로그래밍을 참고하자.

## 주문 조회 V3.1: 엔티티를 DTO로 변환 - 페이징과 한계 돌파

### 페이징과 한계 돌파

- 컬렉션을 페치 조인하면 페이징이 불가능하다.
  - 컬렉션을 페치 조인하면 일대다 조인이 발생하므로 데이터가 예측할 수 없이 증가한다.
  - 일대다에서 일(1)을 기준으로 페이징을 하는 것이 목적이다. 그런데 데이터는 다(N)를 기준으로 row가 생성된다.
  - Order를 기준으로 페이징 하고 싶은데, 다(N)인 OrderItem을 조인하면 OrderItem이 기준이 되어 버린다.
  - (더 자세한 내용은 자바 ORM 표준 JPA 프로그래밍 - 페치 조인 한계 참조)
- 이 경우 하이버네이트는 경고 로그를 남기고 모든 DB 데이터를 읽어서 메모리에서 페이징을 시도한다. 최악의 경우 장애로 이어질 수 있다.

### 한계 돌파

그러면 페이징 + 컬렉션 엔티티를 함께 조회하려면 어떻게 해야할까?

지금부터 코드도 단순하고, 성능 최적화도 보장하는 매우 강력한 방법을 소개하겠다. 대부분의 페이징 + 컬렉션 엔티티 조회 문제는 이 방법으로 해결할 수 있다.

- 먼저 **ToOne**(OneToOne, ManyToOne) 관계를 모두 페치조인 한다. ToOne 관계는 row수를 증가시키지 않으므로 페이징 쿼리에 영향을 주지 않는다.
- 컬렉션은 지연 로딩으로 조회한다.
- 지연 로딩 성능 최적화를 위해 `hibernate.default_batch_fetch_size`, `@BatchSize`를 적용한다.
  - `hibernate.default_batch_fetch_size`: 글로벌 설정
  - `@BatchSize`: 개별 최적화
  - 이 옵션을 사용하면 컬렉션이나, 프록시 객체를 한꺼번에 설정한 size 만큼 IN 쿼리로 조회한다.

## OrderRepository에 추가

```
public List<Order> findAllWithMemberDelivery(int offset, int limit) {
    return em.createQuery(
        "select o from Order o" +
        " join fetch o.member m" +
        " join fetch o.delivery d", Order.class)
        .setFirstResult(offset)
        .setMaxResults(limit)
        .getResultList();
}
```

## OrderApiController에 추가

```
/**
 * V3.1 엔티티를 조회해서 DTO로 변환 페이징 고려
 * - ToOne 관계만 우선 모두 페치 조인으로 최적화
 * - 컬렉션 관계는 hibernate.default_batch_fetch_size, @BatchSize로 최적화
 */
@GetMapping("/api/v3.1/orders")
public List<OrderDto> ordersV3_page(@RequestParam(value = "offset",
    defaultValue = "0") int offset,
    @RequestParam(value = "limit", defaultValue
    = "100") int limit) {

    List<Order> orders = orderRepository.findAllWithMemberDelivery(offset,
    limit);
    List<OrderDto> result = orders.stream()
        .map(o -> new OrderDto(o))
        .collect(toList());

    return result;
}
```

## 최적화 옵션

```
spring:
  jpa:
    properties:
      hibernate:
        default_batch_fetch_size: 1000
```

- 개별로 설정하려면 `@BatchSize` 를 적용하면 된다. (컬렉션은 컬렉션 필드에, 엔티티는 엔티티 클래스에 적용)
- 장점
  - 쿼리 호출 수가  $1 + N \rightarrow 1 + 1$ 로 최적화 된다.
  - 조인보다 DB 데이터 전송량이 최적화 된다. (Order와 OrderItem을 조인하면 Order가 OrderItem 만큼 중복해서 조회된다. 이 방법은 각각 조회하므로 전송해야할 중복 데이터가 없다.)
  - 페치 조인 방식과 비교해서 쿼리 호출 수가 약간 증가하지만, DB 데이터 전송량이 감소한다.
  - 컬렉션 페치 조인은 페이징이 불가능 하지만 이 방법은 페이징이 가능하다.
- 결론
  - ToOne 관계는 페치 조인해도 페이징에 영향을 주지 않는다. 따라서 ToOne 관계는 페치조인으로 쿼리 수를 줄이고 해결하고, 나머지는 `hibernate.default_batch_fetch_size`로 최적화 하자.

참고: `default_batch_fetch_size`의 크기는 적당한 사이즈를 골라야 하는데, 100~1000 사이를 선택하는 것을 권장한다. 이 전략을 SQL IN 절을 사용하는데, 데이터베이스에 따라 IN 절 파라미터를 1000으로 제한하기도 한다. 1000으로 잡으면 한번에 1000개를 DB에서 애플리케이션에 불러오므로 DB에 순간 부하가 증가할 수 있다. 하지만 애플리케이션은 100이든 1000이든 결국 전체 데이터를 로딩해야 하므로 메모리 사용량이 같다. 1000으로 설정하는 것이 성능상 가장 좋지만, 결국 DB든 애플리케이션이든 순간 부하를 어디까지 견딜 수 있는지로 결정하면 된다.

## 참고 - 스프링 부트 3.1 - 하이버네이트 6.2 변경사항 - array\_contains

스프링 부트 3.1 부터는 하이버네이트 6.2를 사용한다.

하이버네이트 6.2 부터는 `where in` 대신에 `array_contains`를 사용한다.

### where in 사용 문법

```
where item.item_id in(?,?,?,?)
```

## array\_contains 사용 문법

```
where array_contains(?,item.item_id)
```

참고로 `where in` 에서 `array_contains` 를 사용하도록 변경해도 결과는 완전히 동일하다. 그런데 이렇게 변경하는 이유는 성능 최적화 때문이다.

```
select ... where item.item_id in(?)
```

이러한 SQL을 실행할 때 데이터베이스는 SQL 구문을 이해하기 위해 SQL을 파싱하고 분석하는 등 여러가지 복잡한 일을 처리해야 한다. 그래서 성능을 최적화하기 위해 이미 실행된 SQL 구문은 파싱된 결과를 내부에 캐싱하고 있다

이렇게 해두면 이후에 같은 모양의 SQL이 실행되어도 이미 파싱된 결과를 그대로 사용해서 성능을 최적화할 수 있다.

참고로 여기서 말하는 캐싱은 SQL 구문 자체를 캐싱한다는 뜻이지 SQL의 실행 결과를 캐싱한다는 뜻이 아니다.

SQL 구문 자체를 캐싱하기 때문에 여기서 `?` 에 바인딩 되는 데이터는 변경되어도 캐싱된 SQL 결과를 그대로 사용할 수 있다.

그런데 `where in` 쿼리는 동적으로 데이터가 변하는 것을 넘어서 SQL 구문 자체가 변해버리는 문제가 발생한다.

다음 예시는 `in`에 들어가는 데이터 숫자에 따라서 총 3개의 SQL구문이 생성된다.

```
where item.item_id in(?)
where item.item_id in(?,?)
where item.item_id in(?,?,?,?)
```

SQL 입장에서는 `?` 로 바인딩 되는 숫자 자체가 다르기 때문에 완전히 다른 SQL이다. 따라서 총 3개의 SQL 구문이 만들어지고, 캐싱도 3개를 따로 해야한다. 이렇게 되면 성능 관점에서 좋지않다.

`array_contains` 를 사용하면 이런 문제를 깔끔하게 해결할 수 있다.

이 문법은 결과적으로 `where in` 과 동일하다. `array_contains` 은 왼쪽에 배열을 넣는데, 배열에 들어있는 숫자가 오른쪽(`item_id`)에 있다면 참이된다.

예시) 다음 둘은 같다.

```
select ... where array_contains([1,2,3],item.item_id)
select ... item.item_id where in(1,2,3)
```

이 문법은 ?에 바인딩 되는 것이 딱1개 이다.. 배열1개가 들어가는 것이다.

```
select ... where array_contains(?,item.item_id)
```

따라서 배열에 들어가는 데이터가 늘어도 SQL 구문 자체가 변하지 않는다. ? 에는 배열 하나만 들어가면 된다.

이런 방법을 사용하면 앞서 이야기한 동적으로 늘어나는 SQL 구문을 걱정하지 않아도 된다.

결과적으로 데이터가 동적으로 늘어나도 같은 SQL 구문을 그대로 사용해서 성능을 최적화 할 수 있다.

참고로 `array_contains` 에서 `default_batch_fetch_size` 에 맞추어 배열에 `null` 값을 추가하는데, 이 부분은 아마도 특정 데이터베이스에 따라서 배열의 데이터 숫자가 같아야 최적화가 되기 때문에 그런 것으로 추정된다.

## 주문 조회 V4: JPA에서 DTO 직접 조회

### OrderApiController에 추가

```
private final OrderQueryRepository orderQueryRepository;

@GetMapping("/api/v4/orders")
public List<OrderQueryDto> ordersV4() {
    return orderQueryRepository.findOrderQueryDtos();
}
```

```
package jpabook.jpashop.repository.order.query;

import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.stereotype.Repository;

import javax.persistence.EntityManager;
import java.util.List;
import java.util.Map;
import java.util.stream.Collectors;
```

```

@Repository
@RequiredArgsConstructor
public class OrderQueryRepository {

    private final EntityManager em;

    /**
     * 컬렉션은 별도로 조회
     * Query: 루트 1번, 컬렉션 N 번
     * 단건 조회에서 많이 사용하는 방식
     */
    public List<OrderQueryDto> findOrderQueryDtos() {
        //루트 조회(toOne 코드를 모두 한번에 조회)
        List<OrderQueryDto> result = findOrders();

        //루프를 돌면서 컬렉션 추가(추가 쿼리 실행)
        result.forEach(o -> {
            List<OrderItemQueryDto> orderItems =
findOrderItems(o.getOrderId());
            o.setOrderItems(orderItems);
        });
        return result;
    }

    /**
     * 1:N 관계(컬렉션)를 제외한 나머지를 한번에 조회
     */
    private List<OrderQueryDto> findOrders() {
        return em.createQuery(
            "select new
jpabook.jpashop.repository.order.query.OrderQueryDto(o.id, m.name, o.orderDate,
o.status, d.address)" +
                " from Order o" +
                " join o.member m" +
                " join o.delivery d", OrderQueryDto.class)
            .getResultList();
    }
}

```

```

/**
 * 1:N 관계인 orderItems 조회
 */
private List<OrderItemQueryDto> findOrderItems(Long orderId) {
    return em.createQuery(
        "select new
jpabook.jpashop.repository.order.query.OrderItemQueryDto(oi.order.id, i.name,
oi.orderPrice, oi.count)" +
        " from OrderItem oi" +
        " join oi.item i" +
        " where oi.order.id = : orderId",
OrderItemQueryDto.class)
        .setParameter("orderId", orderId)
        .getResultList();
}
}

```

## OrderQueryDto

```

package jpabook.jpashop.repository.order.query;

import jpabook.jpashop.domain.Address;
import jpabook.jpashop.domain.OrderStatus;
import lombok.Data;
import lombok.EqualsAndHashCode;

import java.time.LocalDateTime;
import java.util.List;

@Data
@EqualsAndHashCode(of = "orderId")
public class OrderQueryDto {

    private Long orderId;
    private String name;
    private LocalDateTime orderDate; //주문시간
}

```



```

private OrderStatus orderStatus;
private Address address;
private List<OrderItemQueryDto> orderItems;

public OrderQueryDto(Long orderId, String name, LocalDateTime orderDate,
OrderStatus orderStatus, Address address) {
    this.orderId = orderId;
    this.name = name;
    this.orderDate = orderDate;
    this.orderStatus = orderStatus;
    this.address = address;
}
}

```

## OrderItemQueryDto

```

package jpabook.jpashop.repository.order.query;

import com.fasterxml.jackson.annotation.JsonIgnore;
import lombok.Data;

@Data
public class OrderItemQueryDto {

    @JsonIgnore
    private Long orderId; //주문번호
    private String itemName; //상품 명
    private int orderPrice; //주문 가격
    private int count; //주문 수량

    public OrderItemQueryDto(Long orderId, String itemName, int orderPrice, int
count) {
        this.orderId = orderId;
        this.itemName = itemName;
        this.orderPrice = orderPrice;
        this.count = count;
    }
}

```

- Query: 루트 1번, 컬렉션 N 번 실행
- ToOne(N:1, 1:1) 관계들을 먼저 조회하고, ToMany(1:N) 관계는 각각 별도로 처리한다.
  - 이런 방식을 선택한 이유는 다음과 같다.
  - ToOne 관계는 조인해도 데이터 row 수가 증가하지 않는다.
  - ToMany(1:N) 관계는 조인하면 row 수가 증가한다.
- row 수가 증가하지 않는 ToOne 관계는 조인으로 최적화 하기 쉬우므로 한번에 조회하고, ToMany 관계는 최적화 하기 어려우므로 `findOrderItems()` 같은 별도의 메서드로 조회한다.

## 주문 조회 V5: JPA에서 DTO 직접 조회 - 컬렉션 조회 최적화

### OrderApiController에 추가

```
@GetMapping("/api/v5/orders")
public List<OrderQueryDto> ordersV5() {
    return orderQueryRepository.findAllByDto_optimization();
}
```

### OrderQueryRepository에 추가

```
/**
 * 최적화
 * Query: 루트 1번, 컬렉션 1번
 * 데이터를 한꺼번에 처리할 때 많이 사용하는 방식
 *
 */

public List<OrderQueryDto> findAllByDto_optimization() {

    //루트 조회(toOne 코드를 모두 한번에 조회)
    List<OrderQueryDto> result = findOrders();

    //orderItem 컬렉션을 MAP 한방에 조회
    Map<Long, List<OrderItemQueryDto>> orderItemMap =
        findOrderItemMap(toOrderIds(result));
```

```

//루프를 돌면서 컬렉션 추가(추가 쿼리 실행X)
result.forEach(o -> o.setOrderItems(orderItemMap.get(o.getOrderId())));

return result;
}

private List<Long> toOrderIds(List<OrderQueryDto> result) {
    return result.stream()
        .map(o -> o.getOrderId())
        .collect(Collectors.toList());
}

private Map<Long, List<OrderItemQueryDto>> findOrderItemMap(List<Long>
orderIds) {
    List<OrderItemQueryDto> orderItems = em.createQuery(
        "select new
jpabook.jpashop.repository.order.query.OrderItemQueryDto(oi.order.id, i.name,
oi.orderPrice, oi.count)" +
        " from OrderItem oi" +
        " join oi.item i" +
        " where oi.order.id in :orderIds", OrderItemQueryDto.class)
        .setParameter("orderIds", orderIds)
        .getResultList();

    return orderItems.stream()
        .collect(Collectors.groupingBy(OrderItemQueryDto::getOrderId));
}

```

- Query: 루트 1번, 컬렉션 1번
- ToOne 관계들을 먼저 조회하고, 여기서 얻은 식별자 orderId로 ToMany 관계인 OrderItem을 한꺼번에 조회
- MAP을 사용해서 매칭 성능 향상(O(1))

## 주문 조회 V6: JPA에서 DTO로 직접 조회, 플랫폼 데이터 최적화

### OrderApiController에 추가

```
@GetMapping("/api/v6/orders")
public List<OrderQueryDto> ordersV6() {
    List<OrderFlatDto> flats = orderQueryRepository.findAllByDto_flat();

    return flats.stream()
        .collect(groupingBy(o -> new OrderQueryDto(o.getOrderId(),
            o.getName(), o.getOrderDate(), o.getOrderStatus(), o.getAddress()),
            mapping(o -> new OrderItemQueryDto(o.getOrderId(),
            o.getItemName(), o.getOrderPrice(), o.getCount()), toList())
        ).entrySet().stream()
        .map(e -> new OrderQueryDto(e.getKey().getOrderId(),
            e.getKey().getName(), e.getKey().getOrderDate(), e.getKey().getOrderStatus(),
            e.getKey().getAddress(), e.getValue()))
        .collect(toList());
}
```

### OrderQueryDto에 생성자 추가

```
public OrderQueryDto(Long orderId, String name, LocalDateTime orderDate,
    OrderStatus orderStatus, Address address, List<OrderItemQueryDto> orderItems) {
    this.orderId = orderId;
    this.name = name;
    this.orderDate = orderDate;
    this.orderStatus = orderStatus;
    this.address = address;
    this.orderItems = orderItems;
}
```

### OrderQueryRepository에 추가

```
public List<OrderFlatDto> findAllByDto_flat() {
    return em.createQuery(
```

```

        "select new
jpabook.jpashop.repository.order.query.OrderFlatDto(o.id, m.name, o.orderDate,
o.status, d.address, i.name, oi.orderPrice, oi.count)" +
        " from Order o" +
        " join o.member m" +
        " join o.delivery d" +
        " join o.orderItems oi" +
        " join oi.item i", OrderFlatDto.class)
        .getResultList();
}

```

## OrderFlatDto

```

package jpabook.jpashop.repository.order.query;

import jpabook.jpashop.domain.Address;
import jpabook.jpashop.domain.OrderStatus;
import lombok.Data;

import java.time.LocalDateTime;

@Data
public class OrderFlatDto {

    private Long orderId;
    private String name;
    private LocalDateTime orderDate; //주문시간
    private Address address;
    private OrderStatus orderStatus;

    private String itemName; //상품 명
    private int orderPrice; //주문 가격
    private int count; //주문 수량

    public OrderFlatDto(Long orderId, String name, LocalDateTime orderDate,
OrderStatus orderStatus, Address address, String itemName, int orderPrice, int
count) {
        this.orderId = orderId;
    }
}

```

```

        this.name = name;
        this.orderDate = orderDate;
        this.orderStatus = orderStatus;
        this.address = address;
        this.itemName = itemName;
        this.orderPrice = orderPrice;
        this.count = count;
    }

}

```

- Query: 1번
- 단점
  - 쿼리는 한번이지만 조인으로 인해 DB에서 애플리케이션에 전달하는 데이터에 중복 데이터가 추가되므로 상황에 따라 V5 보다 더 느릴 수 도 있다.
  - 애플리케이션에서 추가 작업이 크다.
  - 페이징 불가능

## API 개발 고급 정리

### 정리

- 엔티티 조회
  - 엔티티를 조회해서 그대로 반환: V1
  - 엔티티 조회 후 DTO로 변환: V2
  - 페치 조인으로 쿼리 수 최적화: V3
  - 컬렉션 페이징과 한계 돌파: V3.1
    - 컬렉션은 페치 조인시 페이징이 불가능
    - ToOne 관계는 페치 조인으로 쿼리 수 최적화
    - 컬렉션은 페치 조인 대신에 지연 로딩을 유지하고, `hibernate.default_batch_fetch_size`, `@BatchSize` 로 최적화
- DTO 직접 조회
  - JPA에서 DTO를 직접 조회: V4
  - 컬렉션 조회 최적화 - 일대다 관계인 컬렉션은 IN 절을 활용해서 메모리에 미리 조회해서 최적화: V5
  - 플랫폼 데이터 최적화 - JOIN 결과를 그대로 조회 후 애플리케이션에서 원하는 모양으로 직접 변환: V6

## 권장 순서

1. 엔티티 조회 방식으로 우선 접근
  1. 페치조인으로 쿼리 수를 최적화
  2. 컬렉션 최적화
    1. 페이징 필요 `hibernate.default_batch_fetch_size`, `@BatchSize` 로 최적화
    2. 페이징 필요X → 페치 조인 사용
2. 엔티티 조회 방식으로 해결이 안되면 DTO 조회 방식 사용
3. DTO 조회 방식으로 해결이 안되면 NativeSQL or 스프링 JdbcTemplate

참고: 엔티티 조회 방식은 페치 조인이나, `hibernate.default_batch_fetch_size`, `@BatchSize` 같이 코드를 거의 수정하지 않고, 옵션만 약간 변경해서, 다양한 성능 최적화를 시도할 수 있다. 반면에 DTO를 직접 조회하는 방식은 성능을 최적화 하거나 성능 최적화 방식을 변경할 때 많은 코드를 변경해야 한다.

참고: 개발자는 성능 최적화와 코드 복잡도 사이에서 줄타기를 해야 한다. 항상 그런 것은 아니지만, 보통 성능 최적화는 단순한 코드를 복잡한 코드로 몰고간다.  
엔티티 조회 방식은 JPA가 많은 부분을 최적화 해주기 때문에, 단순한 코드를 유지하면서, 성능을 최적화 할 수 있다.  
반면에 DTO 조회 방식은 SQL을 직접 다루는 것과 유사하기 때문에, 둘 사이에 줄타기를 해야 한다.

## DTO 조회 방식의 선택지

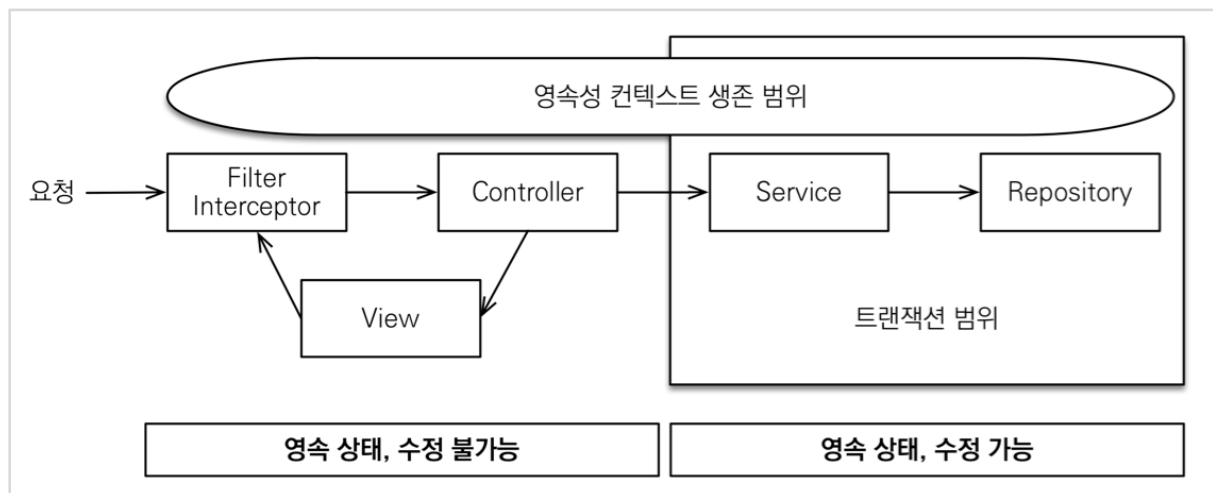
- DTO로 조회하는 방법도 각각 장단이 있다. V4, V5, V6에서 단순하게 쿼리가 1번 실행된다고 V6이 항상 좋은 방법인 것은 아니다.
- V4는 코드가 단순하다. 특정 주문 한건만 조회하면 이 방식을 사용해도 성능이 잘 나온다. 예를 들어서 조회한 Order 데이터가 1건이면 OrderItem을 찾기 위한 쿼리도 1번만 실행하면 된다.
- V5는 코드가 복잡하다. 여러 주문을 한꺼번에 조회하는 경우에는 V4 대신에 이것을 최적화한 V5 방식을 사용해야 한다. 예를 들어서 조회한 Order 데이터가 1000건인데, V4 방식을 그대로 사용하면, 쿼리가 총 1 + 1000번 실행된다. 여기서 1은 Order 를 조회한 쿼리고, 1000은 조회된 Order의 row 수다. V5 방식으로 최적화 하면 쿼리가 총 1 + 1번만 실행된다. 상황에 따라 다르겠지만 운영 환경에서 100배 이상의 성능 차이가 날 수 있다.
- V6는 완전히 다른 접근방식이다. 쿼리 한번으로 최적화 되어서 상당히 좋아보이지만, Order를 기준으로 페이징이 불가능하다. 실무에서는 이정도 데이터면 수백이나, 수천건 단위로 페이징 처리가 꼭 필요하므로, 이 경우 선택하기 어려운 방법이다. 그리고 데이터가 많으면 중복 전송이 증가해서 V5와 비교해서 성능 차이도 미비하다.

## API 개발 고급 - 실무 필수 최적화

### OSIV와 성능 최적화

- Open Session In View: 하이버네이트
- Open EntityManager In View: JPA  
(관례상 OSIV라 한다.)

#### OSIV ON



- `spring.jpa.open-in-view: true` 기본값

이 기본값을 뿌리면서 애플리케이션 시작 시점에 warn 로그를 남기는 것은 이유가 있다.

OSIV 전략은 트랜잭션 시작처럼 최초 데이터베이스 커넥션 시작 시점부터 API 응답이 끝날 때 까지 영속성 컨텍스트와 데이터베이스 커넥션을 유지한다. 그래서 지금까지 View Template이나 API 컨트롤러에서 지연 로딩이 가능했던 것이다.

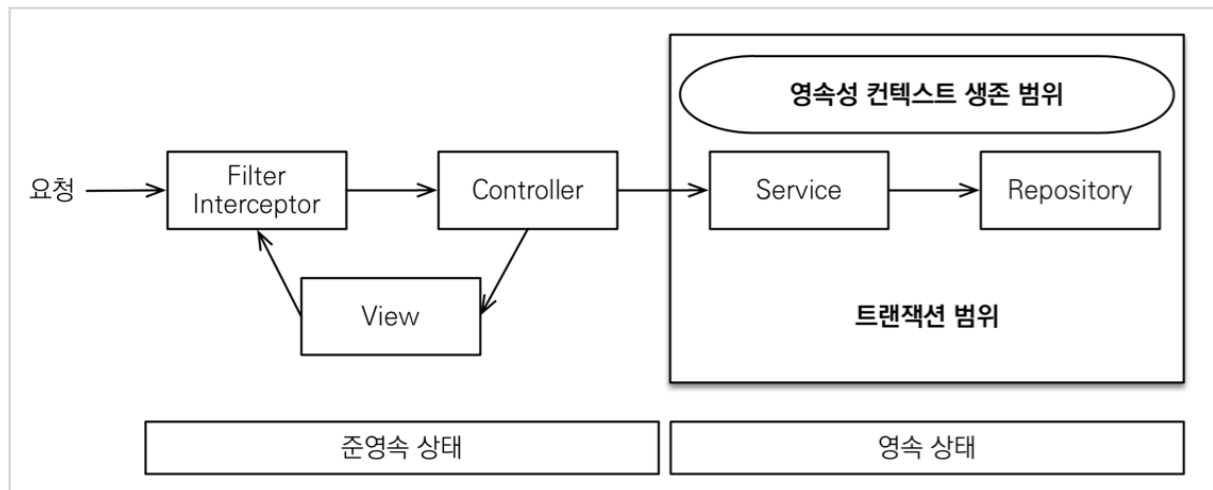
지연 로딩은 영속성 컨텍스트가 살아있어야 가능하고, 영속성 컨텍스트는 기본적으로 데이터베이스 커넥션을 유지한다. 이것 자체가 큰 장점이다.

그런데 이 전략은 너무 오랜시간동안 데이터베이스 커넥션 리소스를 사용하기 때문에, 실시간 트래픽이 중요한 애플리케이션에서는 커넥션이 모자랄 수 있다. 이것은 결국 장애로 이어진다.

예를 들어서 컨트롤러에서 외부 API를 호출하면 외부 API 대기 시간 만큼 커넥션 리소스를 반환하지 못하고, 유지해야 한다.



## OSIV OFF



- `spring.jpa.open-in-view: false` OSIV 종료

OSIV를 끄면 트랜잭션을 종료할 때 영속성 컨텍스트를 닫고, 데이터베이스 커넥션도 반환한다. 따라서 커넥션 리소스를 낭비하지 않는다.

OSIV를 끄면 모든 지연로딩을 트랜잭션 안에서 처리해야 한다. 따라서 지금까지 작성한 많은 지연 로딩 코드를 트랜잭션 안으로 넣어야 하는 단점이 있다. 그리고 view template에서 지연로딩이 동작하지 않는다. 결론적으로 트랜잭션이 끝나기 전에 지연 로딩을 강제로 호출해 두어야 한다.

## 커맨드와 쿼리 분리

실무에서 **OSIV**를 끈 상태로 복잡성을 관리하는 좋은 방법이 있다. 바로 Command와 Query를 분리하는 것이다.

참고: [https://en.wikipedia.org/wiki/Command-query\\_separation](https://en.wikipedia.org/wiki/Command-query_separation)

보통 비즈니스 로직은 특정 엔티티 몇 개를 등록하거나 수정하는 것이므로 성능이 크게 문제가 되지 않는다. 그런데 복잡한 화면을 출력하기 위한 쿼리는 화면에 맞추어 성능을 최적화 하는 것이 중요하다. 하지만 그 복잡성에 비해 핵심 비즈니스에 큰 영향을 주는 것은 아니다.

그래서 크고 복잡한 애플리케이션을 개발한다면, 이 둘의 관심사를 명확하게 분리하는 선택은 유지보수 관점에서 충분히 의미 있다.

단순하게 설명해서 다음처럼 분리하는 것이다.

- OrderService
  - OrderService: 핵심 비즈니스 로직
  - OrderQueryService: 화면이나 API에 맞춘 서비스 (주로 읽기 전용 트랜잭션 사용)

보통 서비스 계층에서 트랜잭션을 유지한다. 두 서비스 모두 트랜잭션을 유지하면서 지연 로딩을 사용할 수

있다.

**참고:** 필자는 고객 서비스의 실시간 API는 OSIV를 끄고, ADMIN 처럼 커넥션을 많이 사용하지 않는 곳에서 OSIV를 켜다.

**참고:** OSIV에 관해 더 깊이 알고 싶으면 자바 ORM 표준 JPA 프로그래밍 13장 웹 애플리케이션과 영속성 관리를 참고하자.

## 다음으로

### 스프링 데이터 JPA 소개

- <https://spring.io/projects/spring-data-jpa>

스프링 데이터 JPA는 JPA를 사용할 때 지루하게 반복하는 코드를 자동화 해준다. 이미 라이브러리는 포함되어 있다. 기존의 `MemberRepository` 를 스프링 데이터 JPA로 변경해보자.

#### MemberRepository

```
package jpabook.jpashop.repository;

import jpabook.jpashop.domain.Member;
import lombok.RequiredArgsConstructor;
import org.springframework.stereotype.Repository;

import javax.persistence.EntityManager;
import java.util.List;

@Repository
@RequiredArgsConstructor
public class MemberRepository {

    private final EntityManager em;

    public void save(Member member) {
```

```

        em.persist(member);
    }

    public Member findOne(Long id) {
        return em.find(Member.class, id);
    }

    public List<Member> findAll() {
        return em.createQuery("select m from Member m", Member.class)
            .getResultList();
    }

    public List<Member> findByName(String name) {
        return em.createQuery("select m from Member m where m.name = :name",
Member.class)
            .setParameter("name", name)
            .getResultList();
    }
}

```

## 스프링 데이터 JPA 적용

```

package jpabook.jpashop.repository;

import jpabook.jpashop.domain.Member;
import org.springframework.data.jpa.repository.JpaRepository;

import java.util.List;

public interface MemberRepository extends JpaRepository<Member, Long> {
    List<Member> findByName(String name);
}

```

findOne() → findById()로 변경해야 한다.

- 스프링 데이터 JPA는 `JpaRepository` 라는 인터페이스를 제공하는데, 여기에 기본적인 CRUD 기능이 모

두 제공된다. (일반적으로 상상할 수 있는 모든 기능이 다 포함되어 있다.)

- `findByName` 처럼 일반화 하기 어려운 기능도 메서드 이름으로 정확한 JPQL 쿼리를 실행한다.
  - `select m from Member m where m.name = :name`
- 개발자는 인터페이스만 만들면 된다. 구현체는 스프링 데이터 JPA가 애플리케이션 실행시점에 주입해준다.

스프링 데이터 JPA는 스프링과 JPA를 활용해서 애플리케이션을 만들때 정말 편리한 기능을 많이 제공한 다. 단순히 편리함을 넘어서 때로는 마법을 부리는 것 같을 정도로 놀라운 개발 생산성의 세계로 우리를 이끌어 준다.

하지만 스프링 데이터 **JPA**는 **JPA**를 사용해서 이런 기능을 제공할 뿐이다. 결국 **JPA** 자체를 잘 이해하는 것이 가장 중요하다.

| 참고: 스프링 데이터 JPA에 대한 내용은 분량이 상당해서, 별도의 강의를 계획중이다.

## QueryDSL 소개

<http://www.querydsl.com>

실무에서는 조건에 따라서 실행되는 쿼리가 달라지는 동적 쿼리를 많이 사용한다.  
주문 내역 검색으로 돌아가보고, 이 예제를 Querydsl로 바꾸어 보자.

### Querydsl로 처리

```
public List<Order> findAll(OrderSearch orderSearch) {

    QOrder order = QOrder.order;
    QMember member = QMember.member;

    return query
        .select(order)
        .from(order)
        .join(order.member, member)
        .where(statusEq(orderSearch.getOrderStatus()),
            nameLike(orderSearch.getMemberName()))
        .limit(1000)
        .fetch();
}

private BooleanExpression statusEq(OrderStatus statusCond) {
```

```

    if (statusCond == null) {
        return null;
    }
    return order.status.eq(statusCond);
}

private BooleanExpression nameLike(String nameCond) {
    if (!StringUtils.hasText(nameCond)) {
        return null;
    }
    return member.name.like(nameCond);
}

```

## build.gradle에 querydsl 추가

```

//querydsl 추가
buildscript {
    dependencies {
        classpath("gradle.plugin.com.ewerk.gradle.plugins:querydsl-
plugin:1.0.10")
    }
}

plugins {
    id 'org.springframework.boot' version '2.1.9.RELEASE'
    id 'java'
}

apply plugin: 'io.spring.dependency-management'
apply plugin: "com.ewerk.gradle.plugins.querydsl"

group = 'jpabook'
version = '0.0.1-SNAPSHOT'
sourceCompatibility = '1.8'

configurations {
    compileOnly {

```

```

        extendsFrom annotationProcessor
    }
}

repositories {
    mavenCentral()
}

dependencies {
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-data-jpa'
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-thymeleaf'
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-web'
    implementation 'org.springframework.boot:spring-boot-devtools'
    implementation 'com.fasterxml.jackson.datatype:jackson-datatype-hibernate5'

    implementation 'com.github.gavlyukovskiy:p6spy-spring-boot-starter:1.5.6'

    compileOnly 'org.projectlombok:lombok'
    runtimeOnly 'com.h2database:h2'

    annotationProcessor 'org.projectlombok:lombok'
    testImplementation 'org.springframework.boot:spring-boot-starter-test'

    //querydsl 추가
    implementation 'com.querydsl:querydsl-jpa'
    //querydsl 추가
    implementation 'com.querydsl:querydsl-apt'
}

//querydsl 추가
//def querydslDir = 'src/main/generated'
def querydslDir = "$buildDir/generated/querydsl"

querydsl {
    library = "com.querydsl:querydsl-apt"
    jpa = true
    querydslSourcesDir = querydslDir
}

```

```

sourceSets {
    main {
        java {
            srcDirs = ['src/main/java', querydslDir]
        }
    }
}

compileQuerydsl{
    options.annotationProcessorPath = configurations.querydsl
}

configurations {
    querydsl.extendsFrom compileClasspath
}

```

Querydsl은 SQL(JPQL)과 모양이 유사하면서 자바 코드로 동적 쿼리를 편리하게 생성할 수 있다.

실무에서는 복잡한 동적 쿼리를 많이 사용하게 되는데, 이때 Querydsl을 사용하면 높은 개발 생산성을 얻으면서 동시에 쿼리 오류를 컴파일 시점에 빠르게 잡을 수 있다.

꼭 동적 쿼리가 아니라 정적 쿼리인 경우에도 다음과 같은 이유로 Querydsl을 사용하는 것이 좋다.

- 직관적인 문법
- 컴파일 시점에 빠른 문법 오류 발견
- 코드 자동완성
- 코드 재사용(이것은 자바다)
- JPQL new 명령어와는 비교가 안될 정도로 깔끔한 DTO 조회를 지원한다.

Querydsl은 JPQL을 코드로 만드는 빌더 역할을 할 뿐이다. 따라서 JPQL을 잘 이해하면 금방 배울 수 있다.

**Querydsl은 JPA로 애플리케이션을 개발 할 때 선택이 아닌 필수라 생각한다.**

**참고:** 스프링 최신 버전에서는 **Querydsl** 설정이 달라진다. **Querydsl** 설정이 잘 안된다면 다음을 참고하자. 스프링 부트 **2.x, 3.x** 모두 참고할 수 있다.

<https://bit.ly/springboot3>

| 참고: Querydsl에 대한 내용은 분량이 상당해서, 별도의 강의를 계획중이다.