**웹개발 기초**

웹개발은 브라우저와 서버 사이의 요청과 응답을 잇는다. 따라서 네트워크와 브라우저, 서버를 비롯한 컴퓨팅 환경 전반에 대한 이해가 필요하다. 개인이 브라우저와 네트워킹, 서버 개발 환경에 관한 지식을 하나부터 열까지 익히고 바닥부터 쌓아 올리는 일은 불가능에 가깝다. 그렇기 때문에 현대 웹 개발은 많은 지식이 축적, 추상화된 프로토콜, 툴, 프레임워크를 활용해 이뤄진다.

**웹 애플리케이션 서버(WAS)와 웹 서버**

웹 서버는 WAS와 웹 서버로 구분된다. 웹 애플리케이션 서버에는 서버 사이드 프로그램이라고 불리는 방식의 코드들이 동작한다. 클라이언트가 특정 데이터에 대한 동적인 반응을 원하면 WAS 서버는 해당 요청을 서버 사이드에 위치한 프로그램을 실행시켜 동적으로 변환한 후 응답한다. 자바는 서블릿과 JSP를 사용해 WAS 서버를 구성한다. 일반적인 웹 서버는 HTML, CSS, 이미지 파일 등의 변환이 불필요한 정적 파일을 보관하고 있다가 요청이 오면 전달한다.

자바는 이러한 웹개발 환경에 대응해 JavaEE라는 기술 스펙을 제공한다. 동시 요청 문제, 서버 장애, 데이터 전송 최적화, 분산 처리 등의 문제를 해결하기 위해 등장한 이 기술에서 일반적으로 가장 기본적인 기술이 서블릿과 JSP이다.

**서블릿**

서버에서 동적인 요청을 처리할 때 서블릿을 사용한다. 서블릿 클래스라고 불리는 클래스들은 고객의 요청에 대응하기 위한 데이터와 메서드를 가지고 있다. 이러한 서블릿 클래스는 해당 서블릿 클래스를 실행시켜줄 수 있는 프로그램을 통해 API로 기능한다. 이때 해당 서블릿 클래스의 코드를 클라이언트의 요청에 따라 실행시켜주는 프로그램이 톰캣이다. 톰캣과 같은 프로그램은 서블릿 컨테이너 또는 서블릿 엔진으로 불린다. 서블릿 컨테이너는 고객의 요청과 웹 애플리케이션 사이에서 서블릿 클래스나 JSP 파일의 실행을 담당한다. JSP는 근본적으로는 서블릿과 비슷하지만 좀 더 HTML에 특화된 방식으로 코드를 작성할 수 있도록 포매팅되어 있다. 이는 용도에 의한 구분으로 서블릿으로는 애플리케이션 로직을 처리하고 JSP로는 화면을 개발하기 위함이다.

일반적으로 자바 코드로 작성된 프로그램은 메인 함수를 통해 실행된다. 그러나 서블릿 클래스, JSP는 서블릿 컨테이너를 통해 실행되기 때문에 일반적인 자바 프로그램과 다음과 같은 차이가 생긴다.

1. 사용자가 아닌 컨테이너가 객체를 생성하거나 호출한다.
2. 서블릿 클래스에서 생성한 객체를 컨테이너가 관리한다.
3. 서블릿/JSP 코드의 개발은 기본적인 자바 API와 더불어 서블릿 API도 같이 사용해야 한다.

**JSP**

Java Server Page의 약자이다. HTML이 메인이고 자바 코드가 서브인 자바코드이다. JSP도 결국에는 서블릿 코드로 변환되어 컴파일되고 실행되기 때문에 자바 코드이다. 필요한 순간에 자바 파일로 생성되고 이를 컴파일 해 클래스 파일로도 만들어진다. 개발자의 목적과 편의성에 따라 순수 서블릿 코드와 JSP로 구분된다. JSP는 GET/POST 방식의 호출을 구분하지 않기 때문에 POST 방식으로 접근해야 하는 JSP도 GET 방식으로 호출할 수 있다는 문제가 있다. 또 JSP를 다른 JSP파일로 변경할 경우 주소의 변경 사항이 모든 액션 코드에 반영되어야 해서 유지 보수의 문제도 있다. 따라서 최근 JSP는 다음과 같이 제한적인 용도로 사용한다.

1. 쿼리 스트링이나 파라미터를 처리하지 않는다. – JSP 대신 서블릿을 통해 처리한다.
2. JSP는 입력 화면을 구성하거나 처리 결과를 보여주는 용도로만 사용한다.
3. 브라우저는 직접 JSP 경로를 호출하지 않고 서블릿 경로를 통해 JSP를 보는 방식으로만 사용한다.

위와 같은 문제를 해결하기 위해 나온 방식이 웹 MVC 방식이다. JSP는 결과만 출력하고 처리는 서블릿을 이용하는 방식으로 변화한 것이다.

**Web MVC 방식**

JSP는 GET/POST 구분 불가, URL 변경에 유연하지 못하다는 등의 단점이 있었다. 2000년대 중반부터 이런 단점을 극복하기 위해 MVC 패턴을 활용한 개발이 일반화되었다.

MVC는 위 문제를 해결하기 위해 다음과 같은 구조를 활용한다.

* **브라우저의 요청**
* **서블릿(컨트롤러)이 필요한 데이터(를 제공하는 객체 -> 모델) 처리 후 JSP로 전달**
* **JSP(뷰)는 EL을 이용해 최종 데이터 출력**

JSP를 통해 생성한 화면은 톰캣이 브라우저로 전송한다.

**PRG 패턴(Post-Redirect-GET)**

포스트와 리다이렉트를 결합해 활용하는 패턴이다. 사용자가 컨트롤러에 원하는 작업을 POST로 처리하기를 요청하면 POST를 컨트롤러에서 처리하고 브라우저는 다른 경로로 이동(GET)하라는 응답(리다이렉트)를 주게 된다. 브라우저는 GET 방식으로 이동하게 된다. 개발자 도구에서 응답 헤더의 location 경로에 해당한다.

**HttpServlet**

HttpServlet은 Http 메서드를 처리하는 메서드인 doGet, doPost등의 메서드를 제공한다. 개발자들은 이 메서드를 오버라이트 해서 각 메서드에 대한 반응을 작성할 수 있다. HttpServlet을 상속한 클래스는 톰캣과 같은 WAS의 내부에서 자동으로 객체를 생성하고 관리해 개발자가 신경 쓸 필요가 없다. HttpServlet은 또한 멀티 스레드에 의해 동시에 실행될 수 있도록 개발되기 때문에 개발자가 동시 요청에 대한 부담을 덜 수 있다.

HttpServlet은 Servlet, Serializable, ServletConfig을 구현하는 GenericServlet이라는 추상 클래스를 상속해 구현된다. 제네릭한 서블릿은 HttpRequest와 HttpResponse 타입이 나닌 일반적인 서블릿리퀘스트, 서블릿리스폰스라는 타입의 매개변수를 인자로 받는다.

라이프 사이클은 단순화하면 요청을 처리해 응답하는 과정이다. 이 과정에 톰캣이 개입해 객체의 생성과 관리를 돕는다. 브라우저가 특정 경로를 호출하면 톰캣은 서블릿에서 이를 처리해 해당 서블릿 클래스를 로딩하고 객체를 생성한다. 이때 init()이라는 메소드를 실행해 서블릿 객체가 동작하기 전에 수행할 일들을 처리할 수 있다. 서블릿 객체는 브라우저의 요청에 대한 정보를 분석해 GET/POST 등의 정보와 파라미터(쿼리 스트링의 내용)를 HttpServletRequest의 파라미터로 전달받는다. 서블릿 내부에서 doGet(), doPost() 등의 메소드를 실행하고 동일한 호출이 있을 때는 동일한 객체 하나만을 사용해 이를 처리하게 된다. 톰캣이 종료될 때는 서블릿의 destroy()메서드를 실행한다.

서블릿 객체는 경로에 맞게 하나만 생성되고 호출시에는 자동으로 doGet이나 doPost 등을 호출한다.

**모델**

모델은 컨트롤러를 담당하는 서블릿과 뷰를 담당하는 JSP를 제외한 나머지 부분이다. 크게 서비스(비즈니스 로직 처리) 계층, 영속(데이터 처리) 계층으로 분리된다.

**DTO(Data Transfer Object)**

3티어와 같이 계층을 분리하는 경우 반드시 계층이나 객체들 간에 데이터 교환이 이루어진다. 한 개 이상의 데이터를 전달할 경우가 많기에 묶어서 하나의 객체로 전달하게 되는데 이 객체를 DTO(Data Transfer Object)라고 한다.

특별한 규약이나 제약은 없지만 대부분 Java Beans 형태로 구성하는 경우가 많다. Java Beans는 다음과 같은 형식으로 구성된다.

* 생성자가 없거나 반드시 파라미터가 없는 생성자 함수를 가지는 형태
* 멤버 변수는 private로 작성
* Getter/setter의 제공

**EL(Expression Language)**

표현 언어는 ${}와 같은 형태로 사용한다. 표현 언어 안에 들어간 개체는 자동으로 getter를 호출하게 된다 ex. ${list[0].title}의 형태로 사용하면 list[0]의 title을 출력하게 된다. DTO 클래스는 자바 빈즈 형태이기에 멤버 변수가 private로 작성되어 있지만 EL은 접근제한자와 관계없이 멤버 변수를 출력할 수 있다.

**JSTL(JavaServer Pages Standard Tag Library)**

JSP에서 동작하는 새 태그들의 묶음이다. 자바 문법보다 간결하게 제어, 반복, 선언문등을 처리할 수 있고 확장 가능하다. 라이브러리가 필요하기 때문에 빌드 파일에 의존성 라이브러리를 추가해 사용한다. c:foreach, c:if test, c:choose c:when…

**MVC의 모델**

정리하자면 서블릿은 Http메서드를 컨트롤하고 JSP는 뷰를 담당하고 모델은 DTO(데이터)와 DTO를 가공하는 서비스 로직(서비스)로 구분

**JDBC(Java Database Connectivity)**

자바 프로그램과 데이터베이스를 연결해 데이터를 교환하는 프로그램이다. 이때 네트워크 데이터를 처리하는 코드가 필요한데 이를 처리해주는 역할을 하는 게 JDBC 드라이버의 API이다.

JDBC의 흐름

1. 네트워크를 통해 데이터베이스와 자바 프로그램이 연결을 맺는다.
2. 자바를 통해 SQL을 작성하고 데이터베이스로 전송한다.
3. 필요할 경우 데이터 베이스에서 중간 결과를 받아 자바에서 재처리한다.
4. 데이터베이스와 연결을 종료한다.

JDBC를 활용하기 위해서는 몇 가지 필수적인 용어들과 API를 숙지하는 게 좋다.

**java.sql.Connection**

Connection 인터페이스는 데이터베이스와 네트워크상의 연결을 의미한다. 데이터베이스에서 SQL을 실행하기 위해 반드시 Connection 타입의 객체를 생성해야 한다. Connection 인터페이스를 활용해 실제 구현 클래스는 JDBC 드라이버 파일 내부의 클래스를 이용한다. 가장 중요한 것은 Connection은 반드시 close()해야 한다는 사실이다. 연결이 종료되지 않으면 새 연결을 받을 수 없는 상황이 발생하기 때문이다. Close()는 데이터베이스 쪽에 연결을 끊어도 좋다는 신호를 주고 네트워크 연결을 종료시킨다.

Connection의 종료는 일반적으로 트라이 캐치 파이널리 문이나 트라이 윗 리소스 방식을 이용한다. Connection 클래스의 가장 중요한 기능은 Statement, Prepared-Statement와 같이 SQL을 실행할 수 있는 객체를 생성하는 기능이다.

**java.sql.Statement/PreparedStatement**

전자는 쿼리와 데이터를 함께 전달하고 후자는 쿼리만 우선 전달하고 이후에 데이터를 전송한다. 실무에서는 후자만 사용하는데 SQL injection을 막기 위해서이다. 세터, executeUpdate()[DML 실행 후 결과를 int 타입으로 반환, 결과는 몇 개의 행이 영향을 받았는가이다.], executeQuery()[쿼리 실행 시 사용] 등의 기능이 있다. Connection과 마찬가지로 close()를 통해 종료해야 데이터베이스 내부에서 메모리 등 사용한 자원들이 즉각적으로 정리된다.

**java.sql.ResultSet**

insert, update, delete 등의 DML은 위 API를 사용(몇 행에 반영되는지만 리턴하므로)하지만 select가 반환하는 데이터를 읽기 위해서는 ResultSet이라는 인터페이스를 이용한다. 자바코드에서 데이터를 읽기 때문에 게터를 이용해서 필요한 타입으로 데이터를 읽는다. next()[다음행 읽도록 이동], close() 가 있다.

**Connection Pool과 DataSource**

JDBC는 필요한 경우에만 순간적으로 연결을 설정하고 필요하지 않은 경우 연결을 해제한다. 이는 계속해서 커넥션을 유지하는 데 많은 리소스가 할당되기 때문이다. SQL을 많이 사용할 수록 오버헤드가 증가하기 때문에 커넥션 풀을 이용해 이 문제를 해결한다.

커넥션 풀은 미리 커넥션을 생성해 보관하고 필요할 때마다 커넥션을 꺼내서 쓰는 방식이다.

**매번 만들어 쓰는 것과 커넥션 풀을 만들어 쓰는 것의 차이**

In JDBC, the concept of creating a new connection versus using a connection pool involves significant differences in terms of performance, resource utilization, and scalability. Understanding these differences is crucial in developing efficient and robust database-driven applications.

### Creating a New Connection

- \*\*Process\*\*: Every time you create a new connection, the application must establish a fresh connection with the database server. This involves network communication, authentication, transaction setup, and various other initialization tasks.

- \*\*Cost\*\*: Establishing a new database connection is resource-intensive and time-consuming, particularly because of the overhead of network communication and the initialization process on both the client and server sides.

- \*\*Scalability\*\*: If an application creates and closes connections frequently (especially under heavy load), the overhead can significantly impact performance and scalability. It can lead to a higher load on the database server and increased latency in the application.

### Using a Connection Pool

- \*\*Process\*\*: A connection pool maintains a pool of active database connections that are ready to be used. When an application needs to interact with the database, it borrows a connection from the pool, uses it, and then returns it to the pool. The connections in the pool are already established and authenticated.

- \*\*Performance\*\*: Because the connections are pre-established, the application avoids the overhead of setting up a new connection each time. Borrowing and returning connections to the pool is much faster than opening and closing them.

- \*\*Resource Utilization\*\*: Connection pools effectively reduce the number of open connections to the database, which minimizes the resource utilization on the database server. This is more efficient than having each client application instance create its own connections.

- \*\*Scalability and Reliability\*\*: Connection pooling enhances scalability by managing a finite number of connections that can be shared among many client requests. It also adds reliability by automatically handling failed connections (e.g., by removing broken connections and creating new ones).

### Summary

- \*\*Creating a New Connection\*\*: Time and resource-intensive for each operation. Suitable for applications with infrequent database access or low traffic.

- \*\*Using a Connection Pool\*\*: Reduces overhead by reusing existing connections. Ideal for applications with frequent database interactions and high traffic.

In essence, while using a connection from a connection pool may seem similar to creating a new connection, the key difference lies in the reusability and pre-established state of pooled connections, which significantly boosts performance and reduces the load on the database server.

**새 연결은 프로그램 실행 시간, 리소스 할당, 네트워크 재설정 등의 오버헤드를 발생시키는데 반해 커넥션 풀은 한 번의 실행으로 위 절차를 모두 끝내고 대신 프로그램이 실행 중인 동안 항상 메모리에 상주하게 된다.**Yes, you are correct. A connection pool is typically maintained in memory while the program is running. The key points about connection pools being loaded in memory are:

1. \*\*Constant Availability\*\*: Connection pools are designed to keep a set of open database connections ready for use at any time. This means that these connections are held in the application's memory space, allowing for quick and efficient access whenever a database interaction is needed.

2. \*\*Memory Management\*\*: **While maintaining connections in memory might seem resource-intensive, it is actually a more efficient use of resources in scenarios where database interactions are frequent.** The memory overhead is offset by the performance gains from reusing connections instead of opening and closing them for each database interaction.

3. \*\*Configurable Size\*\*: Connection pools are typically configurable, allowing you to set the maximum number of connections that can be open and stored in the pool. This helps manage memory usage effectively. The pool size is usually optimized based on the application's needs and the expected database load.

4. \*\*Idle Connections Management\*\*: Most connection pool implementations also manage idle connections to prevent resource wastage. Connections that have not been used for a certain period can be closed automatically, freeing up resources. New connections are created as needed.

5. \*\*Application Lifecycle\*\*: The connection pool is usually initialized when the application starts and is kept alive throughout the application's lifecycle. When the application shuts down, the pool is usually closed, and all the connections are properly closed and released.

6. \*\*Performance Trade-Offs\*\*: The trade-off for having a connection pool in memory is a slight increase in memory usage in exchange for a significant gain in performance, especially under high-load scenarios.

In summary, while a connection pool does occupy memory while the program is running, it is a deliberate design choice that balances memory usage against performance benefits. The ability to quickly serve database requests without the overhead of establishing new connections makes connection pools an essential feature in high-performance and scalable applications.

일반적으로 커넥션 풀은 HikariCP 라이브러리를 사용한다.

**DAO(Data Access Object)**

데이터를 전문적으로 처리하는 객체이다. 일반적으로 데이터베이스의 접근과 처리를 전담하는 객체를 말한다. VO(Value Object)를 단위로 처리한다. DAO를 호출하는 객체는 DAO가 내부에서 어떤 식으로 데이터를 처리하는지 알 수 없게 구성한다. JDBC 프로그램을 작성한다는 의미는 실제로 DAO를 작성한다는 의미가 된다.

**VO 또는 엔티티**

한 튜플은 객체 단위가 된다. 이 튜플을 단위로 하는 객체를 데이터베이스에서는 엔티티라고 한다. 자바에서 이를 처리하기 위해 테이블과 유사한 구조의 클래스를 만들어 튜플을 객체로 처리하는데 이때 만든 객체를 값을 보관하는 객체라고 해서 Value Object라고 한다. VO는 DTO와 비슷하지만 다르다. DTO가 게터와 세터를 모두 제공해 데이터의 변형과 출력을 모두 지원한다면 VO는 일반적으로 게터만 지원한다. DTO는 애플리케이션과 시스템 계층 등 계층 사이를 오가며 데이터를 전달하지만 VO는 데이터 액세스 계층에서만 일한다.

**DTO와 DAO의 차이**

### DTO (Data Transfer Object)

- \*\*Purpose\*\*: A DTO is used to encapsulate data and send it from one part of a system to another. DTOs are typically used to transfer data between layers and services in an application.

- \*\*Structure\*\*: A DTO is a simple, flat object that contains properties but usually does not contain any business logic. It's like a data structure with public fields or getters and setters.

- \*\*Usage\*\*: DTOs are used to transport data, especially when you need to send a batch of data or a view of data from your server to a client (like in a web or mobile application). They help to decouple the presentation layer from the business logic and data access layers.

- \*\*Example\*\*: In a web application, you might use a DTO to send user profile data from the server to the client without exposing the underlying database entities directly.

### DAO (Data Access Object)

- \*\*Purpose\*\*: A DAO is used as an intermediary between the application and the database. It abstracts and encapsulates all access to the data source.

- \*\*Functionality\*\*: DAOs handle all interactions with the data source to obtain and store data. This includes CRUD (Create, Read, Update, Delete) operations.

- \*\*Usage\*\*: DAOs are used within the data access layer of an application. They keep the data access code in a separate layer and isolated from the business logic.

- \*\*Example\*\*: In an application, a `UserDAO` might provide methods like `getUserById`, `saveUser`, `deleteUser`, etc., which internally execute the necessary database operations.

### Key Differences in Usage

- \*\*Layer of Operation\*\*: DTOs operate primarily at the layer where data is transferred between different parts of the system (like between the server and the client, or between different application layers), while DAOs operate at the layer where data is accessed and manipulated (the data access layer).

- \*\*Concerns\*\*: DTOs are concerned with the efficient and safe transportation of data without exposing internal structures or entities. DAOs are concerned with how to efficiently access and manipulate data from a data source.

- \*\*Dependencies\*\*: Typically, DAOs might return or accept DTOs. For example, a `UserDAO` might return a `UserDTO` when retrieving user data.

- \*\*Design Principle\*\*: DTO follows the principle of separating the data representation from the business logic, whereas DAO follows the principle of separating the data persistence logic from the business logic.

Understanding these differences is key in architecting an application with clear separation of concerns, improving maintainability, scalability, and clarity of the codebase.

DAO와 DTO를 사용해 개발해보고 개념들을 복습하자.

**try-with-resources**

자바 7 버전에 추가된 기능으로 트라이 문의 소괄호 안에 사용할 객체들을 모두 집어넣어 사용하는 방식이다. JDBC 커넥션을 불러와 사용하거나 파일 등을 사용할 때 사용할 수 있다. 일반적인 상황 뿐 아니라 예외 발생 시에 자동 close() 기능을 지원한다. 트라이 문이 끝나면 모든 리소스가 자동으로 닫히므로 유용하지만 가독성을 떨어뜨린다. 롬복의 @Cleanup 애노테이션으로 어느 정도 대체 가능하다. 용도에 맞게 잘 구분해 쓰자.