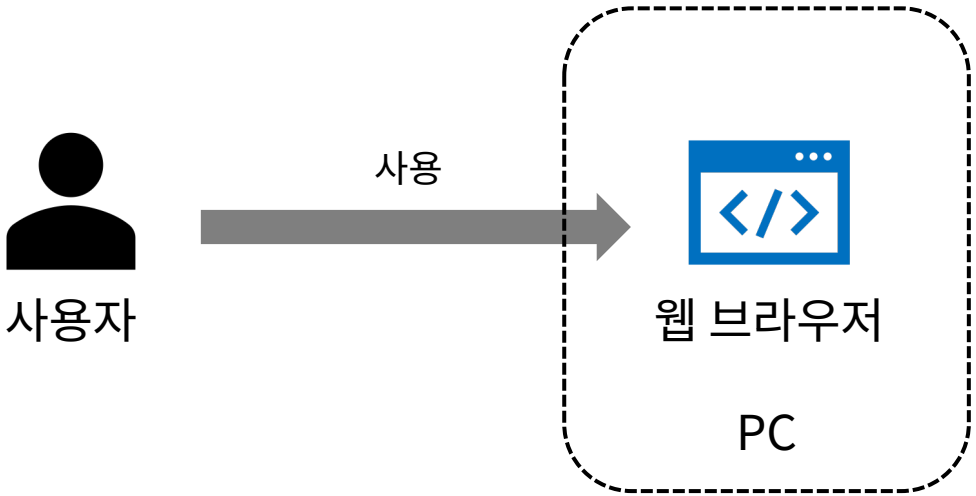
# 웹 애플리케이션 아키텍처

엄진영

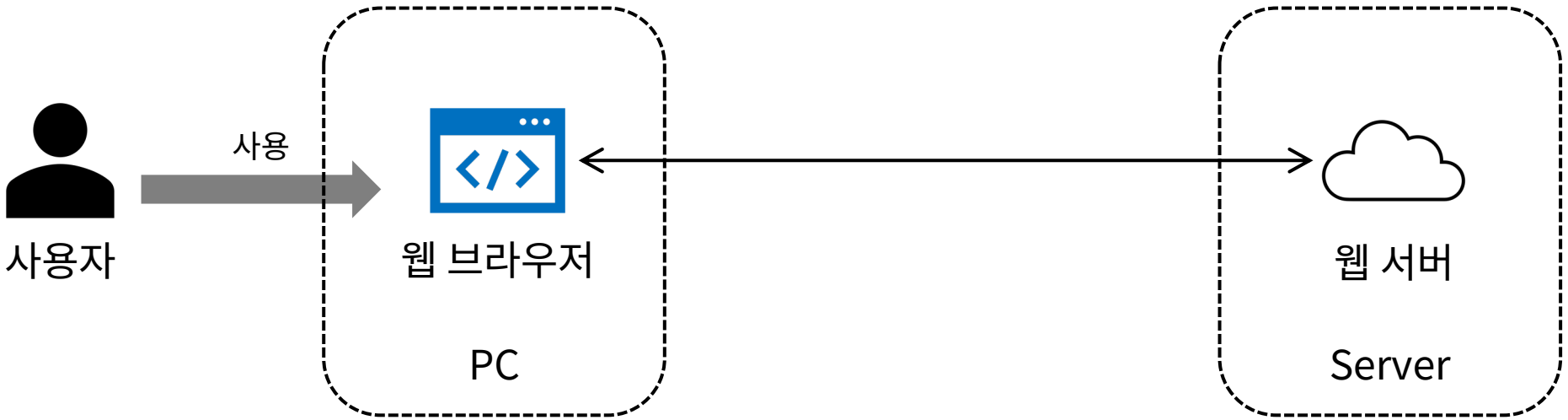
# 사용자와 웹 애플리케이션

- 웹 애플리케이션이란, 웹 브라우저를 통해 실행하는 프로그램이다.



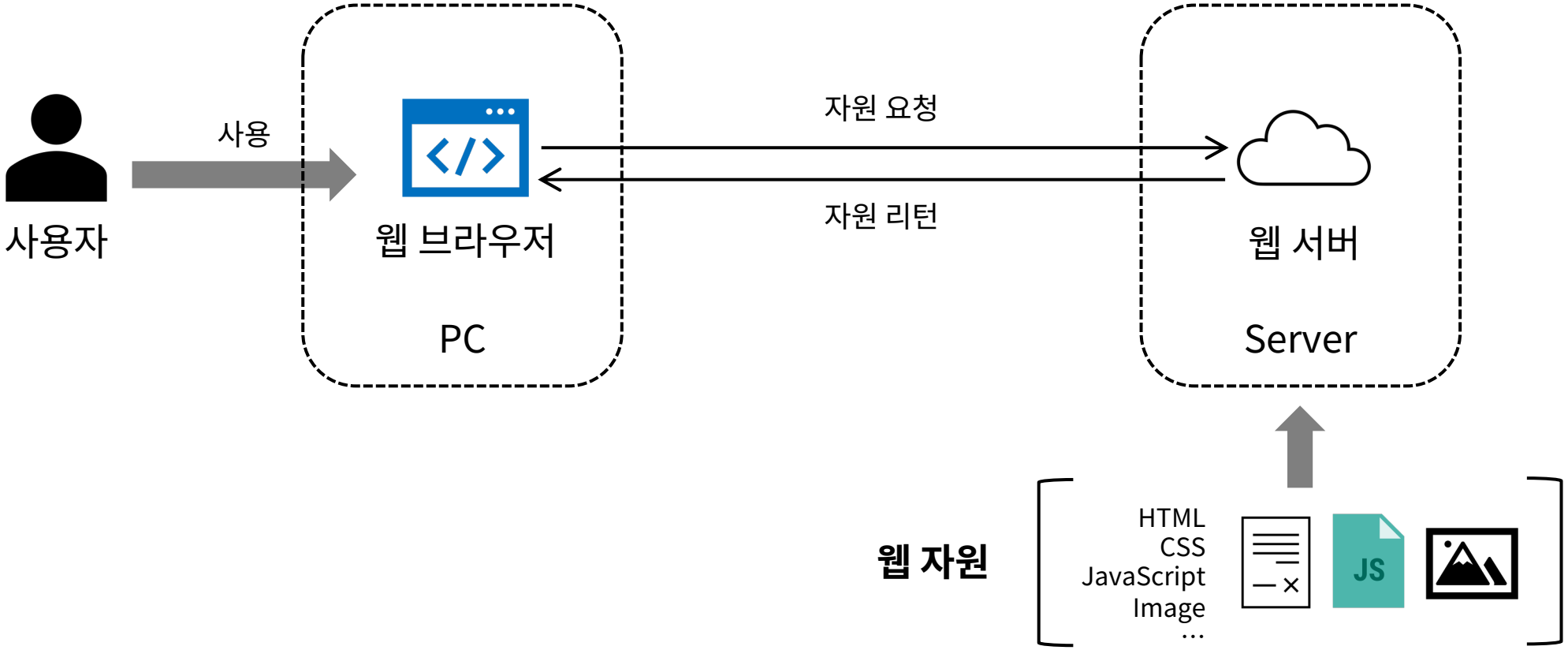
# 웹 애플리케이션 ➔ 웹 브라우저 + 웹 서버

- 웹 애플리케이션은 웹 브라우저와 웹 서버의 협업으로 실행된다.
- 웹 브라우저는 로컬 컴퓨터에서 실행되고, 웹 서버는 원격 컴퓨터에서 실행된다.



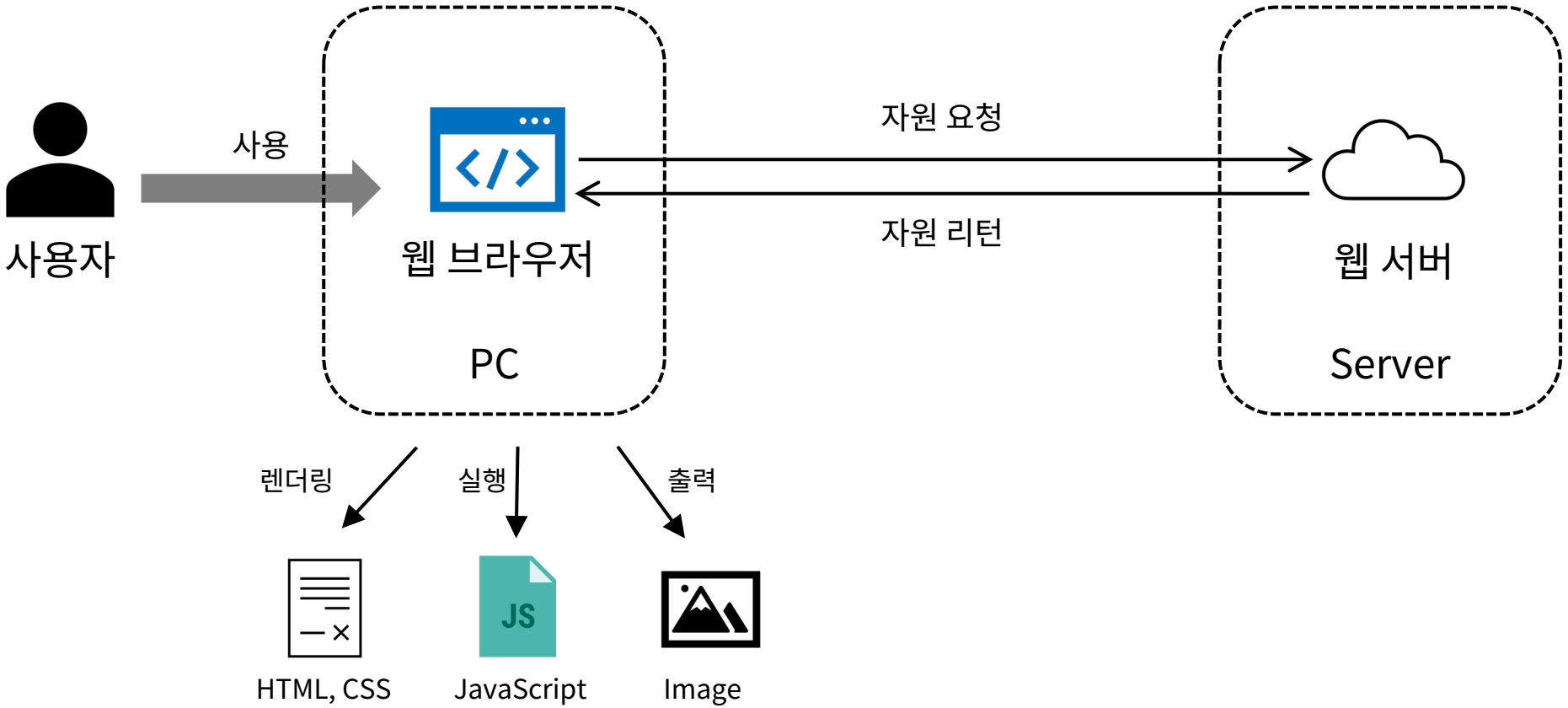
# 웹 서버의 역할

- 웹 서버는 웹 애플리케이션 자원을 갖고 있다.
  예) HTML, CSS, JavaScript, Image 등
- 웹 브라우저가 자원을 요청하면 해당 자원을 찾아 보내준다.



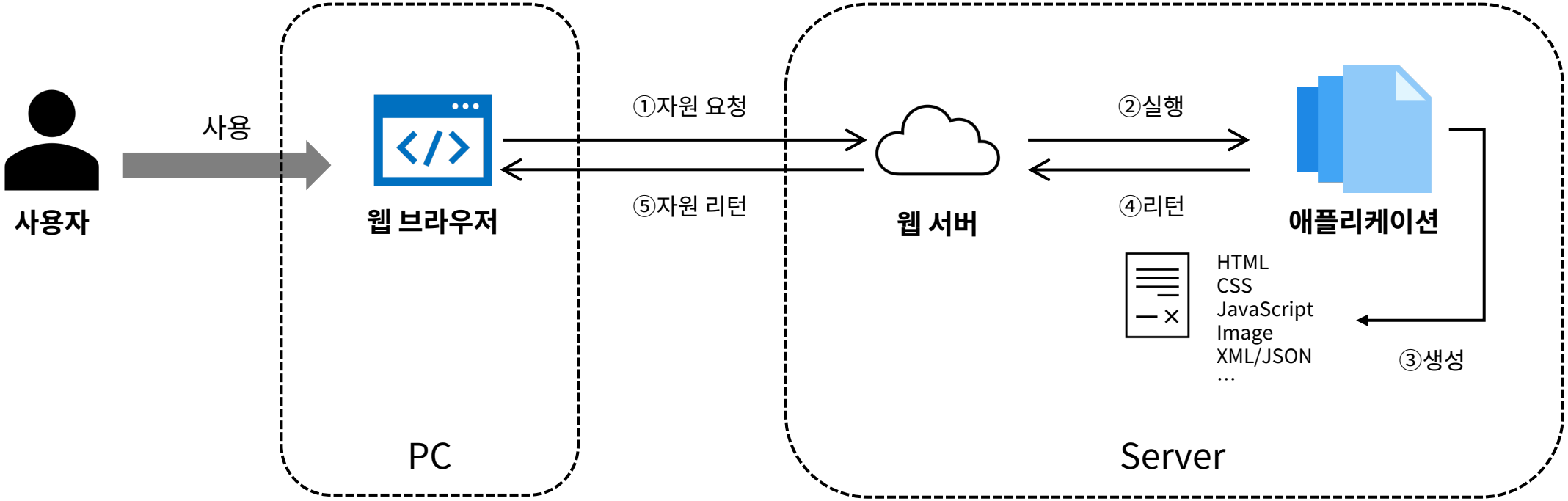
# 웹 브라우저의 역할

- 웹 브라우저는 서버에서 받은 자원을 실행한다.
- 자원 이란? HTML, CSS, JavaScript, 이미지(PNG, JPG, SVG), 폰트 파일, PDF, 영상 파일 등을 뜻한다.



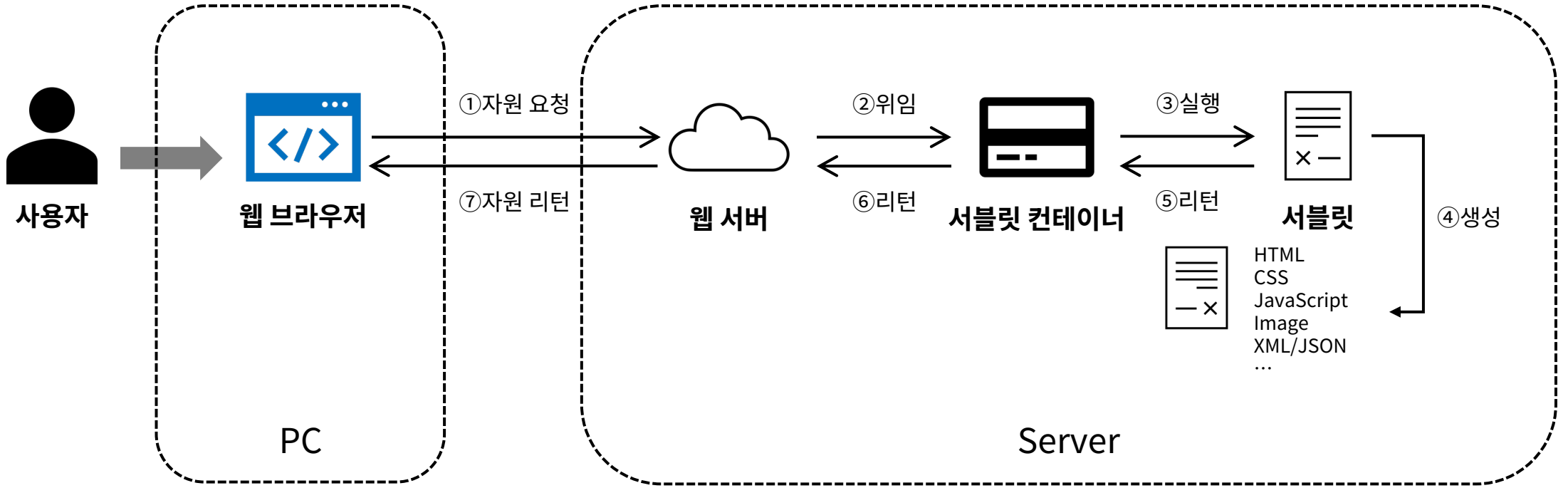
# 정적 자원과 동적 자원

- **정적 자원**은 서버에 미리 존재하는 파일로, 요청이 들어오면 웹 서버는 가공 없이 그대로 읽어서 응답한다.
  예) HTML, CSS, JavaScript, 이미지 파일 등
- **동적 자원**은 웹 서버 측에서 실행하는 프로그램이다. 요청이 들어오면 프로그램이 생성한 결과를 리턴 해준다.
  예) PHP, Python, Java Servlet/JSP 등



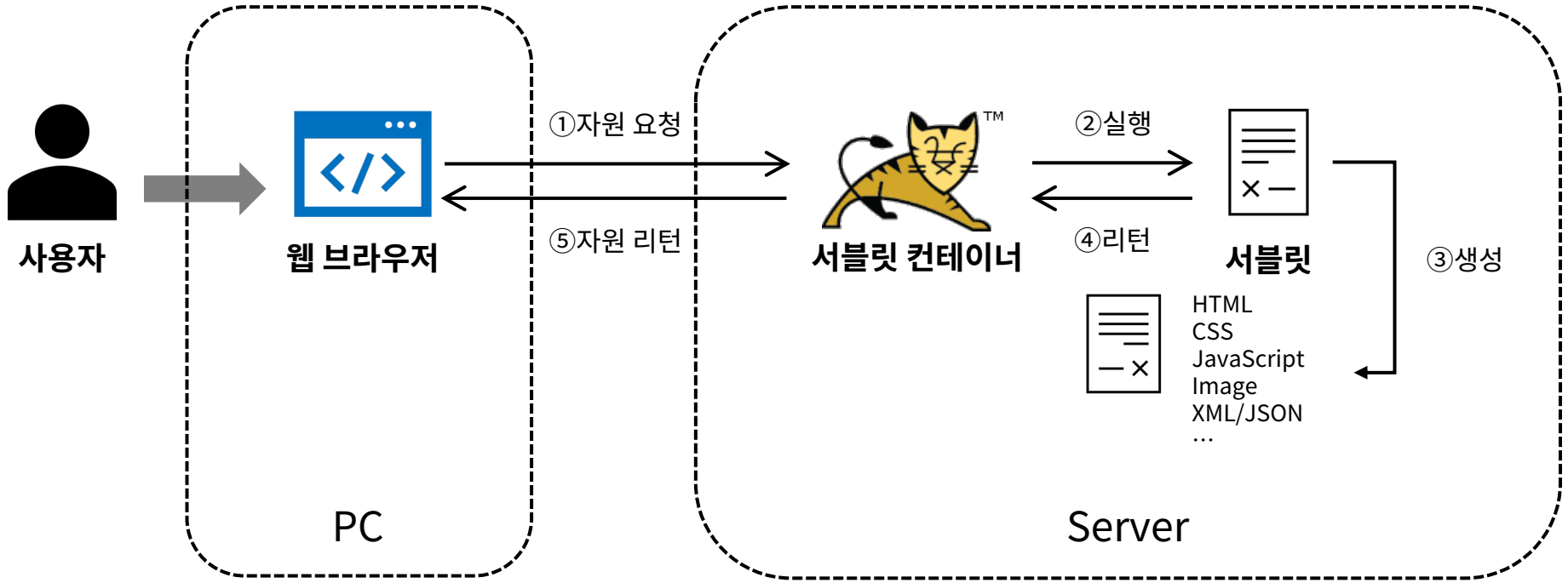
# 자바 웹 애플리케이션

- **자바 웹 애플리케이션**은 **Jakarta EE 명세**(8 이하 버전은 Java EE)에 따라 자바로 작성한 프로그램이다.
  예) 서블릿, JSP, 필터, 리스너 등의 자바 컴포넌트
- Jakarta EE 구현 서버(또는 **서블릿 컨테이너**)에서 이들 컴포넌트를 관리하고 실행한다.



# Apache Tomcat 서버

- **자바 웹 애플리케이션**을 **실행**할 수 있는 서버 프로그램이다.
- **Jakarta EE 명세**에서 **웹 관련 기술 명세 일부**를 구현한(해당 기술에 정의된 대로 동작하도록 만든) **서블릿 컨테이너**다.
  예) Servlet, Pages, Expression Language, WebSocket 등
- HTTP/HTTPS 요청을 직접 수신하고 응답하는 기능이 내장되어 있어, 개발 과정에서 **별도의 웹서버를 설치할 필요는 없다**.

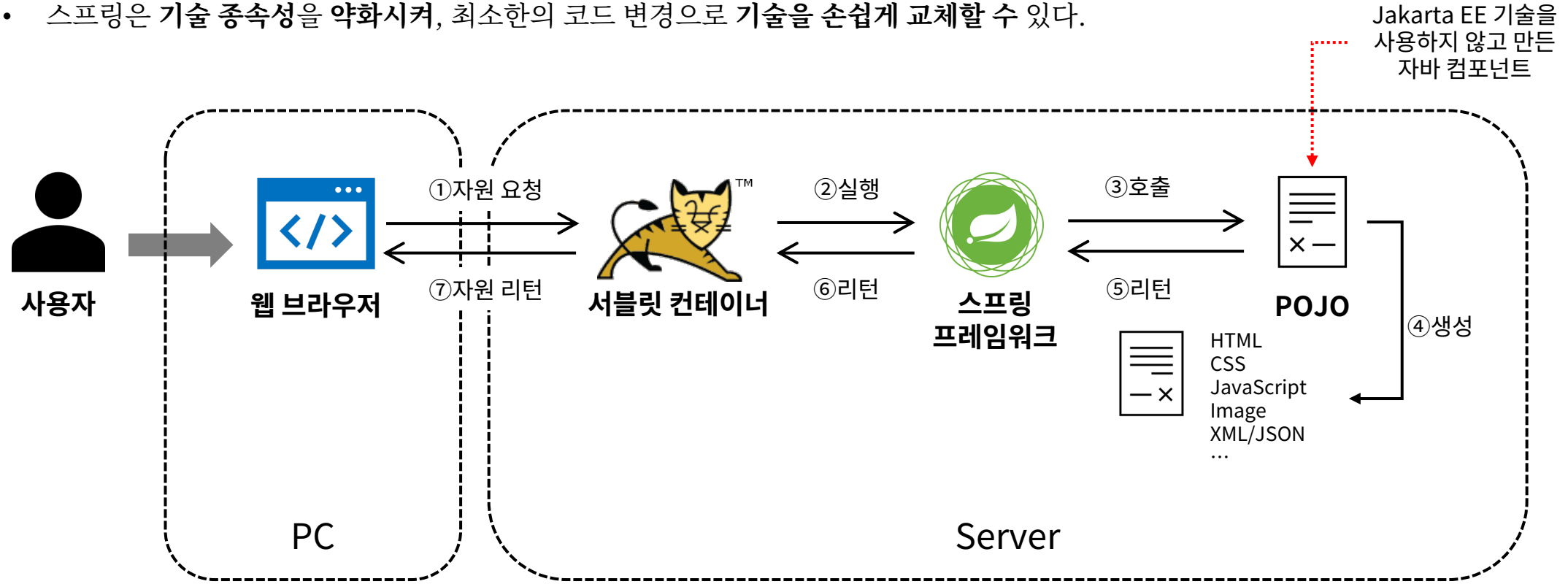


# Jakarta EE 기술 명세와 Apache Tomcat의 관계

| 기술 명세 및 버전 | Jakarta EE | 11 | 10 | 9.1 | 9 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 하위 기술 명세들 | • **Servlet** | 6.1 | **6.0** | 5.0 | 5.0 | **4.0** |
| | • **Server Pages** | **4.0** | **3.1** | 3.0 | 3.0 | **2.3** |
| | • **Expression Language** | 6.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | 3.0 |
| | • **JSTL** | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.2 |
| | • **Server Faces** | 4.1 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 2.3 |
| | • **Validation** | 3.1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 |
| | • **WebSocket** | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.1 |
| | • **Annotations** | 3.0 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.3 |
| | • **Enterprise Beans** | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.2 |
| | • **JSON Processing** | 2.1 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 1.1 |
| | • **JSON Binding** | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |
| | • … | … | … | … | … | … |
| Java SE | • **최소 요구 버전** | 17+ | 11+ | 8+ | 8+ | 8+ |
| 서블릿 컨테이너 | • **Apache Tomcat** | 11 (Servlet 6.0) | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 9 |

# Spring Framework

- **Spring Framework**는 자바 기반의 엔터프라이즈 애플리케이션을 **쉽고 유연하게 개발하기 위한 프레임워크**다.
- 기존 EJB 중심 (구)Java EE 는 전용 서버에 강하게 의존해 기술 교체가 어려웠다.
- 스프링은 **기술 종속성**을 **약화시켜**, 최소한의 코드 변경으로 **기술을 손쉽게 교체할 수** 있다.

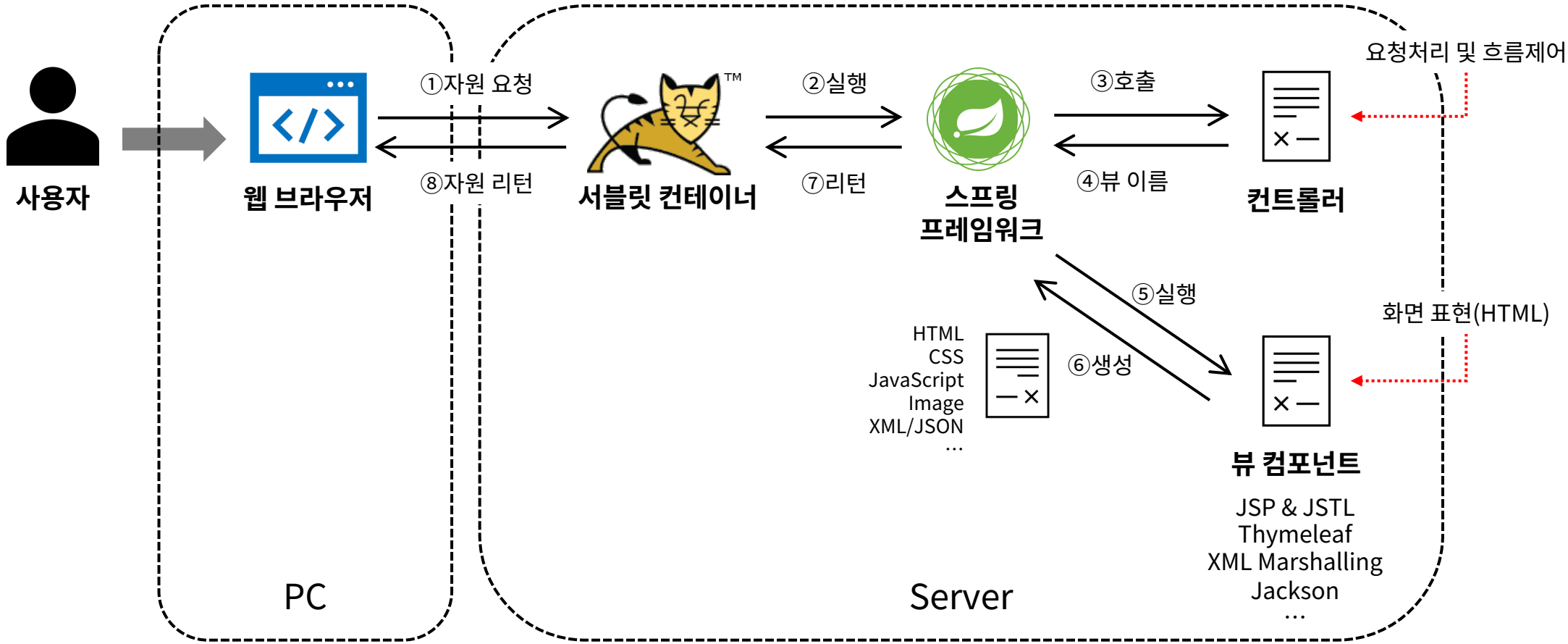



* POJO(Plain Old Java Object)?

특정한 제약이나 기술에 종속되지 않은 순수한 자바 객체를 뜻한다.

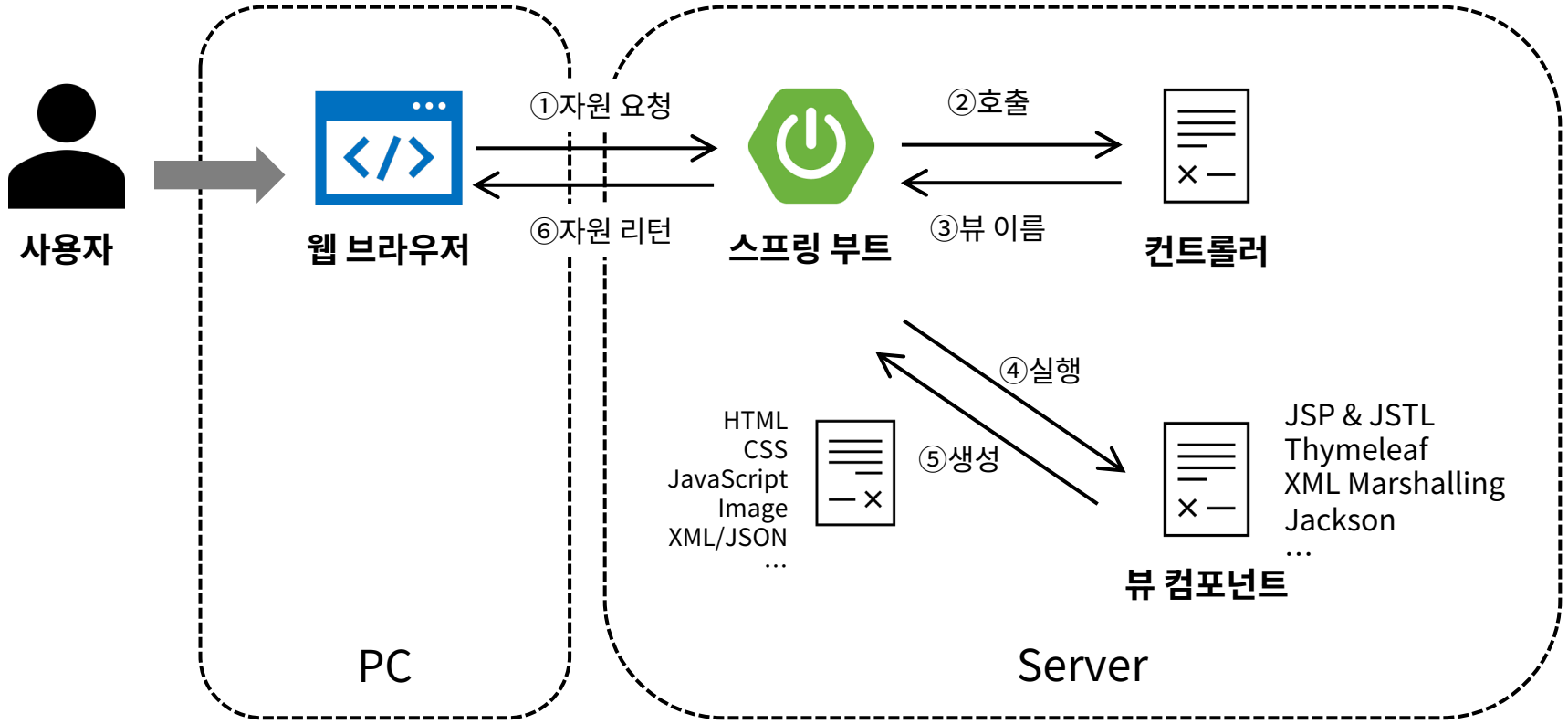
# Spring WebMVC

- **Spring WebMVC**는 **Spring Framework**가 제공하는 모듈 중 하나로, **웹 요청과 응답을 처리**하는 역할을 담당한다.
- 웹 애플리케이션의 **유지보수를 용이하게** 하기 위해 역할을 분리하는 **MVC(Model-View-Controller) 패턴**을 사용한다.



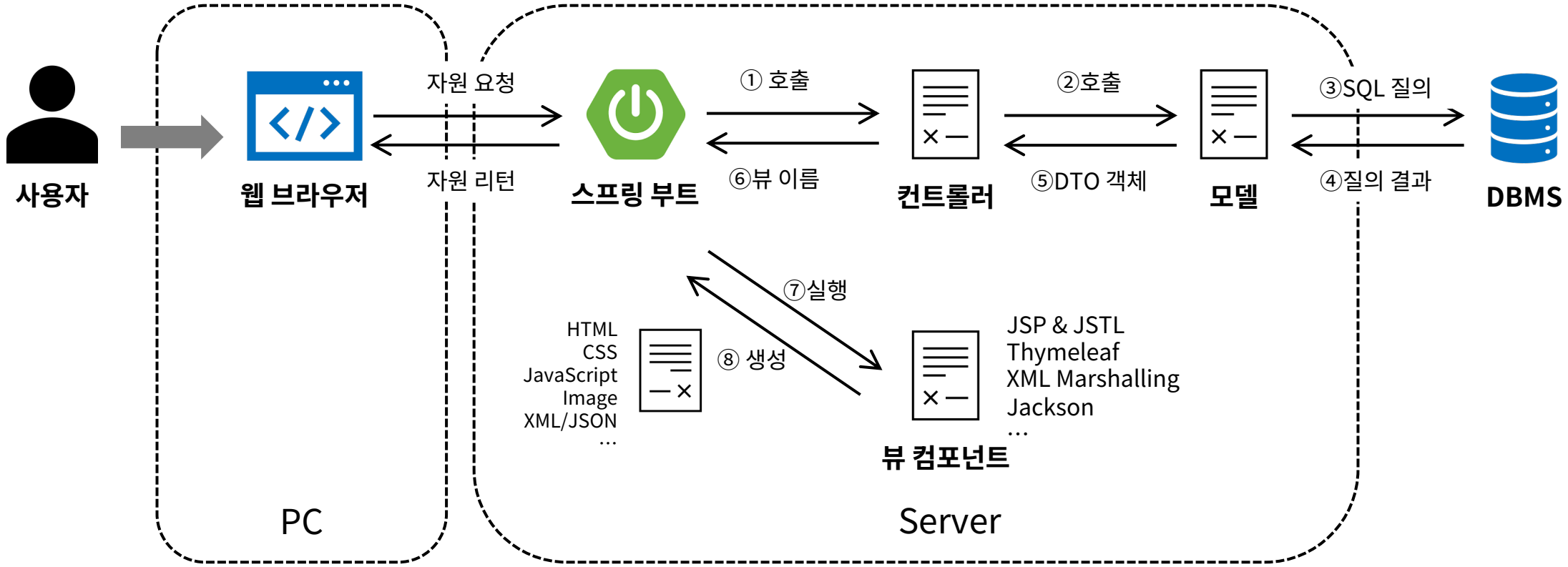
# Spring Boot = 서블릿 컨테이너 + 스프링 프레임워크

- **Spring Boot**는 **Spring Framework**를 더 쉽고 빠르게 사용하도록 만든 도구다.
- **서블릿 컨테이너를 내장**하고 있어 따로 서버를 설치할 필요가 없고, 애플리케이션을 배치하고 테스트하기 쉽다.
- **Starter**를 이용하면 특정 기능을 쓰는 데 필요한 **의존성을 묶음 단위로 관리**할 수 있고, 각 라이브러리들의 **버전이나 설정을 자동화**할 수 있다.



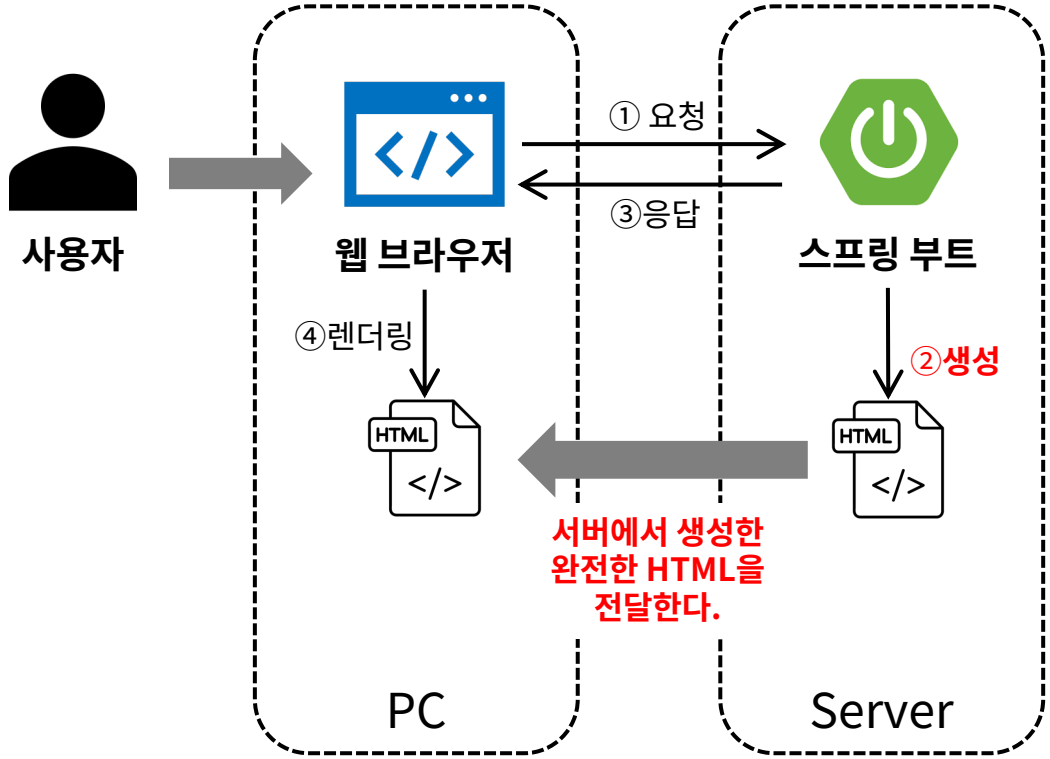
# DBMS와 Model 컴포넌트

- **DBMS**는 데이터를 저장/조회/수정/삭제하는 외부 시스템이다. 예) Oracle, MySQL, PostgreSQL, MongoDB 등
- MVC에서 **모델 컴포넌트**는 비즈니스 데이터와 규칙을 표현하고, 처리 결과를 전달하는 역할을 담당한다.
  - 예) 도메인/엔티티 객체(상태·규칙), 서비스 객체(유스케이스), DAO(DB 접근), DTO(뷰에 전달할 데이터)

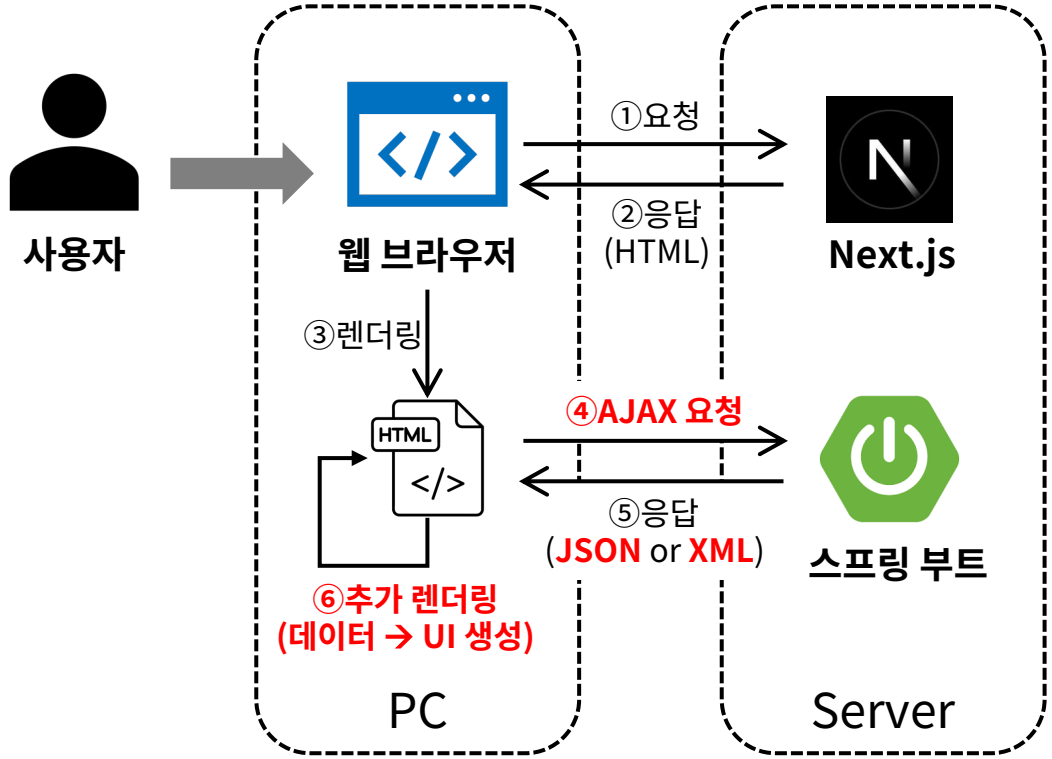


# SSR vs CSR

- **SSR**(Server-Side Rendering) 방식은 **서버에서 완성된 HTML을 생성**하여 브라우저로 전송한다. 일반적으로 사용자가 페이지를 요청할 때마다 서버가 HTML 응답을 생성한다.
- **CSR**(Client-Side Rendering) 방식은 최소한의 HTML과 JavaScript 번들을 받은 후, 브라우저에서 실행된 자바스크립트가 **서버로부터 데이터(예: JSON)를 가져와** 동적으로 DOM을 조작해 **화면을 구성**한다.



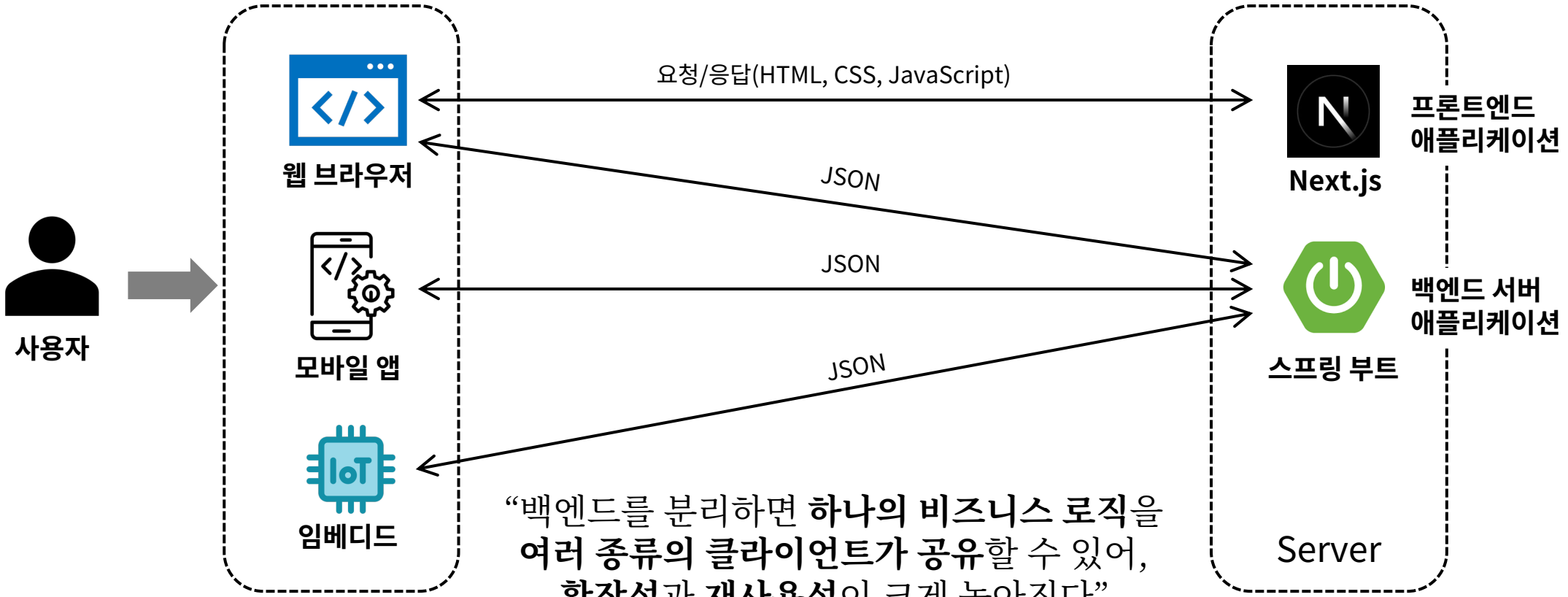

**SSR**(Server-Side Rendering)




**CSR**(Client-Side Rendering)

# 백엔드/프론트엔드 아키텍처

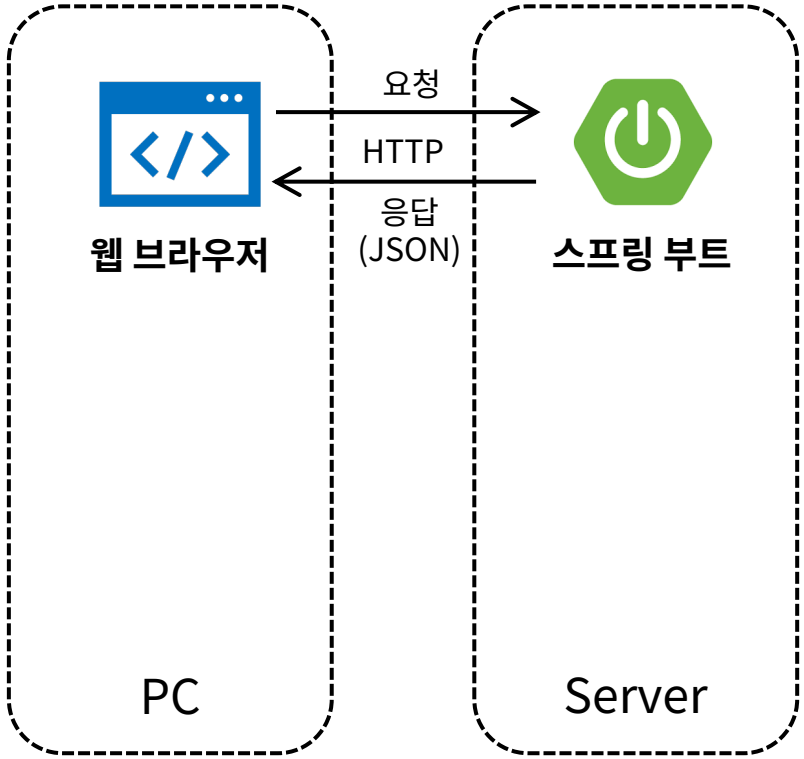
- UI(화면)와 서버 로직을 서로 다른 애플리케이션으로 분리하는 웹 아키텍처 스타일이다.
- **백엔드** 애플리케이션은 도메인로직, 인증인가, 데이터 영속성, API 제공의 역할을 담당한다.
- **프론트엔드** 애플리케이션은 UI 렌더링(주로 CSR), 상태 관리, 사용자 이벤트 처리 역할을 담당한다.



# Spring Boot 기반
# 백엔드 서버 구축

# RESTful API 서버

- **RESTful API 서버**는 클라이언트 요청에 대한 **자원의 상태를 HTTP로 제공**하는 서버이다.
- '**RESTful**'은 **REST 원칙을 잘 따르는** API나 시스템을 가리키는 말이다.
- **REST**(Representation State Transfer)는 웹에서 자원을 다루는 아키텍처 스타일이다. 즉, **웹 API를 설계하는 원칙**이다.




## REST 핵심 개념

**❶ 자원(Resource)**

URL로 표현한다. 예) /users, /orders/1

**❷ HTTP Method**

- GET → 조회
- POST → 생성
- PUT/PATCH → 수정
- DELETE → 삭제

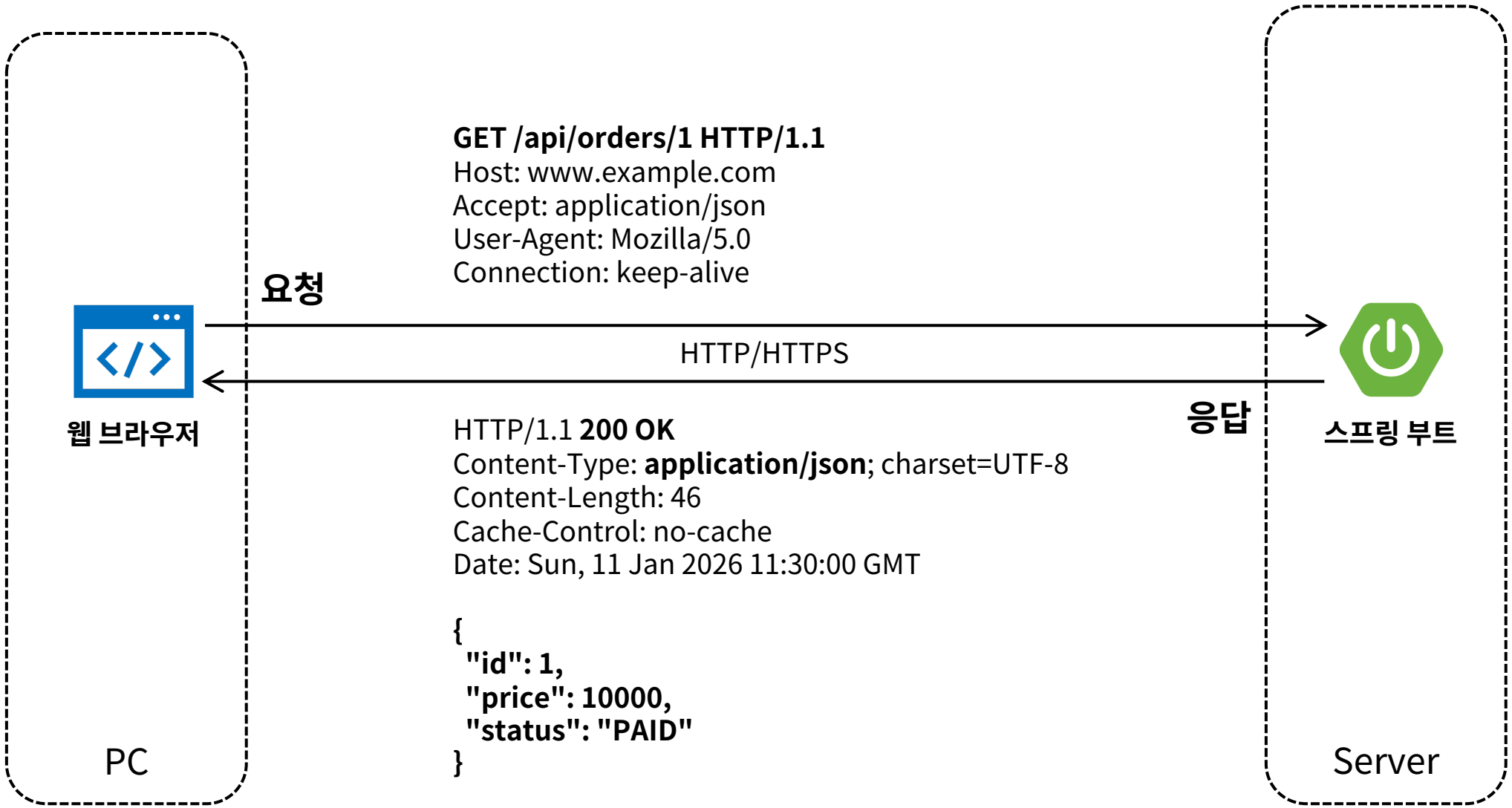
**❸ 무상태(Stateless)**

요청 하나하나가 완전한 정보를 포함한다.
서버는 이전 요청을 기억하지 않는다.

**❹ 표준 HTTP 응답 사용**

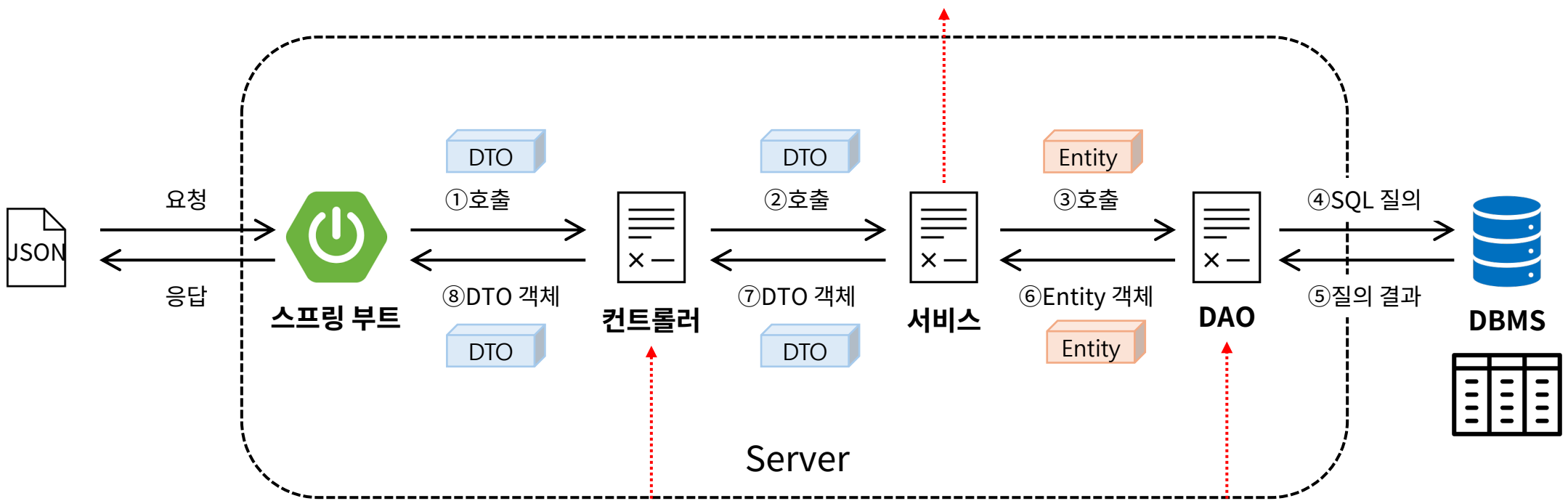
- 200 OK
- 201 Created
- 400 Bad Request
- 401 Unauthorized
- 404 Not Found
- 500 Internal Server Error

# RESTful API 서버 – HTTP 요청/응답



# Spring Boot 백엔드 서버의 REST API 요청/응답

- 비즈니스 규칙과 유스케이스를 구현한다.
- 여러 Repository(DAO)를 조합한다.
- 트랜잭션 경계를 설정한다.




- HTTP 요청을 받는다.
- 요청 데이터를 해석·검증한다.
- 적절한 Service를 호출한다.
- 응답 형태(JSON/XML)를 결정한다.

- DBMS와 통신한다.
- 데이터를 저장·조회·수정·삭제한다.
- 도메인 객체와 DB 사이를 중개한다.

# 주요 기술 - 데이터베이스

| 유형 | 대표 제품 | 구조 | 장점 | 단점 | 사용 사례 |
|---|---|---|---|---|---|
| **관계형** | PostgreSQL, MySQL, Oracle | **테이블(행·열)** | • 정합성(ACID) 보장<br>• SQL 사용,<br>• 트랜잭션 강력 | 확장성 | • 금융시스템<br>• 주문/결제 시스템<br>• 전통적인 업무 시스템 |
| **Key-Value** | Redis, DynamoDB | **Key-Value** | • 속도 | 구조 제한 | • 캐시<br>• 세션 저장<br>• 실시간 데이터 |
| **Document** | MongoDB, CouchDB | **JSON** | • 유연성<br>• 중첩 구조에 강함 | JOIN 불가 | • 콘텐츠 관리<br>• 로그 데이터<br>• 마이크로서비스 |
| **Column-Family** | Cassandra, HBase | **컬럼** | • 대용량<br>• 분산 처리에 강함 | 복잡 | • 빅데이터<br>• 로그/이벤트 저장 |
| **Graph** | Neo4j | **노드 + 엣지** | • 관계 탐색<br>• 복잡한 연결 분석 | 학습 비용 | • SNS<br>• 추천 시스템<br>• 관계 분석 |
| **In-Memory** | Redis, Memcached | **RAM** | • 초고속 | 휘발성 | • 캐시<br>• 실시간 처리 |

# 주요 기술 – 데이터 접근 기술

| 유형 | 특징 | 장점 | 단점 | 실무 사용 |
|---|---|---|---|---|
| **JDBC 직접 사용** | • 가장 저수준 | • 완전한 제어 가능<br>• 원리 명확 | • 보일러플레이트 많음<br>• 생성성 낮음<br>• 실수 위험 높음 | 낮음 |
| **Spring JDBC (JdbcTemplate)** | • JDBC를 스프링이 감싸줌 | • 반복 코드 크게 감소<br>• 성능 예측 쉬움<br>• SQL 직접 통제 | • SQL과 매핑 코드를 계속 관리해야 함 | 중간<br>(단순 CRUD/배치/레거시) |
| **MyBatis (SQL 매퍼)** | • SQL 직접 작성<br>• 결과를 객체로 매핑 | • 복잡한 조인/리포팅/튜닝에 강함<br>• SQL 통제력 최고 수준 | • SQL·매퍼 관리 비용<br>• CRUD 반복 작업 많아질 수 있음 | 높음<br>(복잡한 쿼리/레거시 DB/리포팅 많은 조직에서 많이 사용) |
| **JPA(ORM) + Hibernate** | • 객체(Entity) 중심으로 DB를 다루는 표준 | • 도메인 중심 설계에 유리<br>• CRUD 생산성 높음<br>• 변경 감지 등으로 코드량 감소 | • 러닝 커브<br>• 성능 튜닝 포인트 존재 | 높음<br>(일반적인 비즈니스 서비스) |
| **Spring Data JPA** | • JpaRepository 기반<br>• CRUD, 페이징/정렬, 쿼리 메서드를 자동 제공 | • CRUD 개발 속도 빠름<br>• 팀 표준화에 좋음 | • 복잡 쿼리는 별도 전략 필요(QueryDSL, JPQL, MyBatis 등과 연동) | 매우 높음<br>(REST API 기본 선택지) |
| **QueryDSL** | • 자바 코드로 SQL/JPQL을 타입 안전하게 작성 | • 복잡한 검색 조건/동적 쿼리 유지보수에 좋음<br>• 컴파일 타임 오류 검출 | • 설정/코드 생성 단계 필요<br>• 팀 숙련도 요구 | 중간 ~ 높음<br>(검색/필터 조건 많은 서비스, Spring Data JPA와 조합) |

# 주요 기술 – 인증(Authentication)기술: “누구인가?”

| 유형 | 특징 | 장점 | 단점 | 실무 사용 |
|---|---|---|---|---|
| **세션 기반 인증** | • 로그인 → 서버가 인증<br>• 세션ID를 쿠키로 전달<br>• 이후 요청마다 쿠키 자동 전송<br>• **Stateful** | • 구현 단순<br>• 보안 개념 이해 쉬움 | • 서버 확장 어려움 (세션 공유 필요)<br>• 모바일 및 외부 클라이언트와 궁합 ❌ | • SSR 기반 웹<br>• REST API 단독 서버에는 거의 사용 안함 |
| **토큰 기반 인증 (JWT)** | • 로그인 → 서버가 토큰 발급<br>• 클라이언트가 토큰을 저장<br>• Authorization: Bearer 요청 헤더로 토큰 전송<br>• **Stateless** | • 확장성 매우 좋음<br>• REST API, 모바일, SPA에 최적 | • 토큰 탈취 시 위험<br>• 만료·폐기 전략 필요 | • 가장 많이 사용됨<br>• 사실상 표준 |
| **OAuth 2.0 (권한 위임 프레임워크)** | • 사용자를 대신해 “외부 서비스”에 접근할 수 있는 권한을 위임<br>• 인증 자체라기보다 권한 위임 표준<br>• Access Token 사용<br>• **Stateless** | • 외부 로그인 연동 표준<br>• 보안 검증이 잘 된 방식 | • 개념 복잡<br>• 설정 많음 | • 외부 로그인 필수 서비스에 매우 흔함 |
| **OpenID Connect (OIDC)** | • OAuth 2.0 위에 인증 레이어 추가<br>• ID Token(JWT) 제공<br>• “로그인”을 표준화<br>• 사용자 식별 정보 포함<br>• **Stateless** | • OAuth + 인증 문제 해결<br>• SSO에 최적 | • OAuth보다 더 복잡 | • 엔터프라이즈 및 SSO 환경에서 증가 중 |
| **API Key 방식** | • 요청 헤더에 고정 키 포함<br>예) X-API-KEY: abc123<br>• 단순한 인증<br>• **Stateless** | • 구현 매우 간단<br>• 서버 간 통신에 적합 | • 사용자 단위 인증 ❌<br>• 노출 시 위험 | • 서버-to-서버<br>• 내부 API |

# 주요 기술 – 인가•보안기술

## 인가(Authorization)기술

- ✓ Role 기반(RBAC)
  - `@PreAuthorize("hasRole('ADMIN')")`
  - 가장 일반적, 단순 명확
- ✓ Scope / Permission 기반
  - `@PreAuthorize("hasAuthority('ORDER:READ')")`
  - OAuth / API 권한 모델과 잘 맞음
  - 세밀한 권한 제어 가능

## 전송 보안

- ✓ HTTPS/TLS
  - 데이터 암호화
  - 토큰 탈취 방지

# 주요 기술 – Spring Security

- ✓ 인증·인가의 핵심 프레임워크
- ✓ Session, JWT, OAuth2, OIDC, API Key 등 지원
- ✓ **Spring Boot 보안의 표준**

## 실무

| | |
|---|---|
| **일반적인 REST API 서버** | **Spring Security + Role / Permission 인가 + JWT 인증(+ OAuth2/OIDC)** |
| 외부 로그인 포함 서비스 | Spring Security + JWT 인증 |
| SSR 웹 애플리케이션 | Spring Security + Session / Cookie |
| 서버 간 통신 | API Key or OAuth2 Client Credentials |

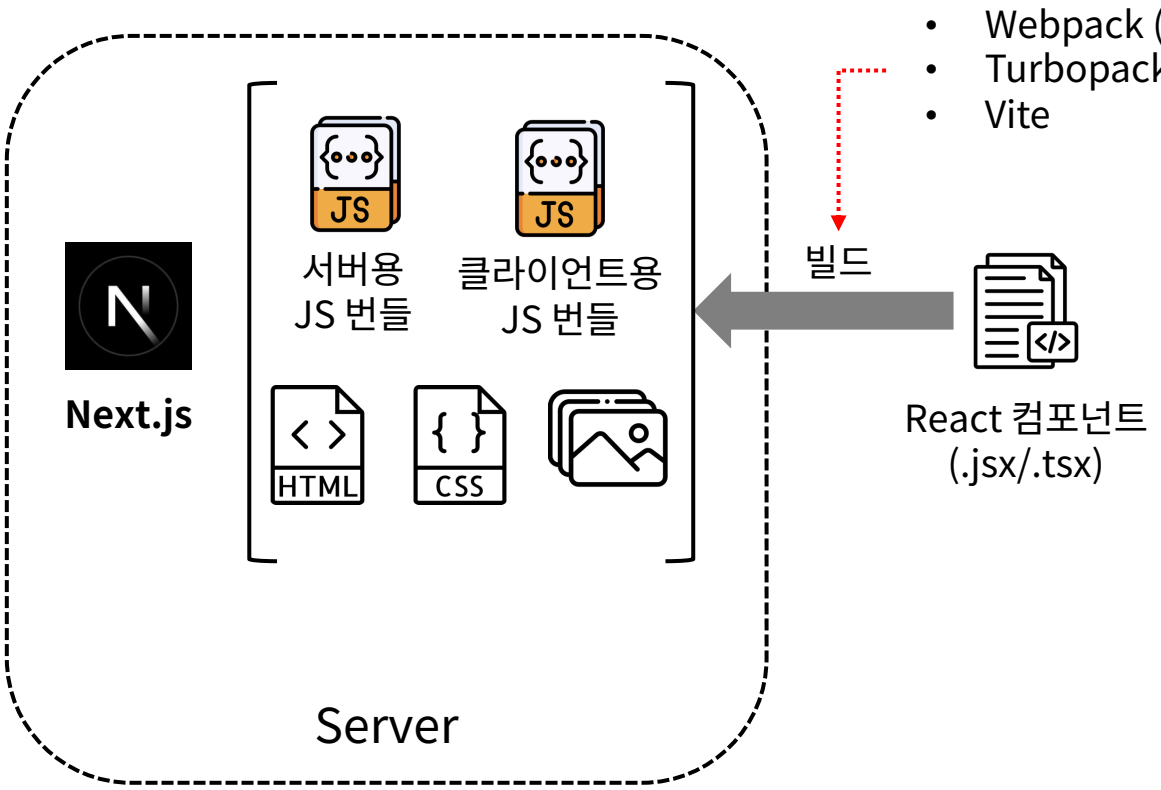
# 백엔드 서버 구축 - 기타 플랫폼

| 언어 | 런타임 / 서버 | 프레임워크 | 대표 프레임워크 특징 | 실무 사용 |
|---|---|---|---|---|
| **JavaScript** | Node.js | • Express<br>• **NestJS(대표)**<br>• Fastify | • 모듈화/의존성 주입, 구조화된 아키텍처, 테스트 용이<br>• TypeScript 기반 엔터프라이즈 급 구조를 갖춤<br>• Node.js 생태계와도 잘 어울림<br>• Express.js에 비해 **구조와 확장성이 커뮤니티에도 높게 평가** 받고 있음<br>• 대규모 API, 마이크로서비스, 팀 개발에 많이 쓰임 | ⭐⭐⭐⭐ |
| **TypeScript** | Node.js | • **NestJS** | | ⭐⭐⭐⭐⭐ |
| **Python** | WSGI / ASGI | • Django REST<br>• **FastAPI(대표)** | • 타입 힌트를 통한 빠른 개발, 자동 OpenAPI 문서화 지원<br>• **Django 보다 가볍고** API 중심 서비스에서 빠르게 성장중<br>• AI/ML API에서 클라우드 네이티브까지 두루 채택됨 | ⭐⭐⭐⭐ |
| **Go** | 내장 HTTP 서버 | • **Gin(대표)**<br>• Echo<br>• Fiber | • 간결·고성능, Goroutine 기반 동시성<br>• **경량 API 서버**와 **고성능 마이크로서비스**에 자주 쓰임<br>• 비교적 **단순하면서도 퍼포먼스가 필요한 시스템**에 적합 | ⭐⭐⭐⭐ |
| **C#** | .NET (Kestrel) | • **ASP.NET Core** Web API | • 크로스 플랫폼, 고성능 서버, 풍부한 툴링<br>• **MS 생태계와의 연계가 강점**<br>• 엔터프라이즈/클라우드 API에 최적화됨<br>• Windows/Cloud 서비스에서 강세 | ⭐⭐⭐⭐ |
| **PHP** | PHP-FPM | • **Larabel** | • 깔끔한 문법, ORM, 개발 생산성<br>• 중소형 웹/백오피스 서비스에서 여전히 강력한 생산성 제공 | ⭐⭐⭐ |

# Next.js 기반
# 프론트엔드 서버 구축

# Next.js 프론트엔드 서버

- **프론트엔드 서버**는 사용자에게 보여지는 **화면(UI)를 전달**하고, 브라우저에서 실행될 클라이언트 **코드를 제공**하는 서버다.
- **Next.js** 서버는 프론트엔드 서버 역할을 수행할 수 있는 **React 기반 웹 프레임워크**이다.
- SSR·CSR·SSG를 상황에 맞게 혼합해 사용할 수 있다.



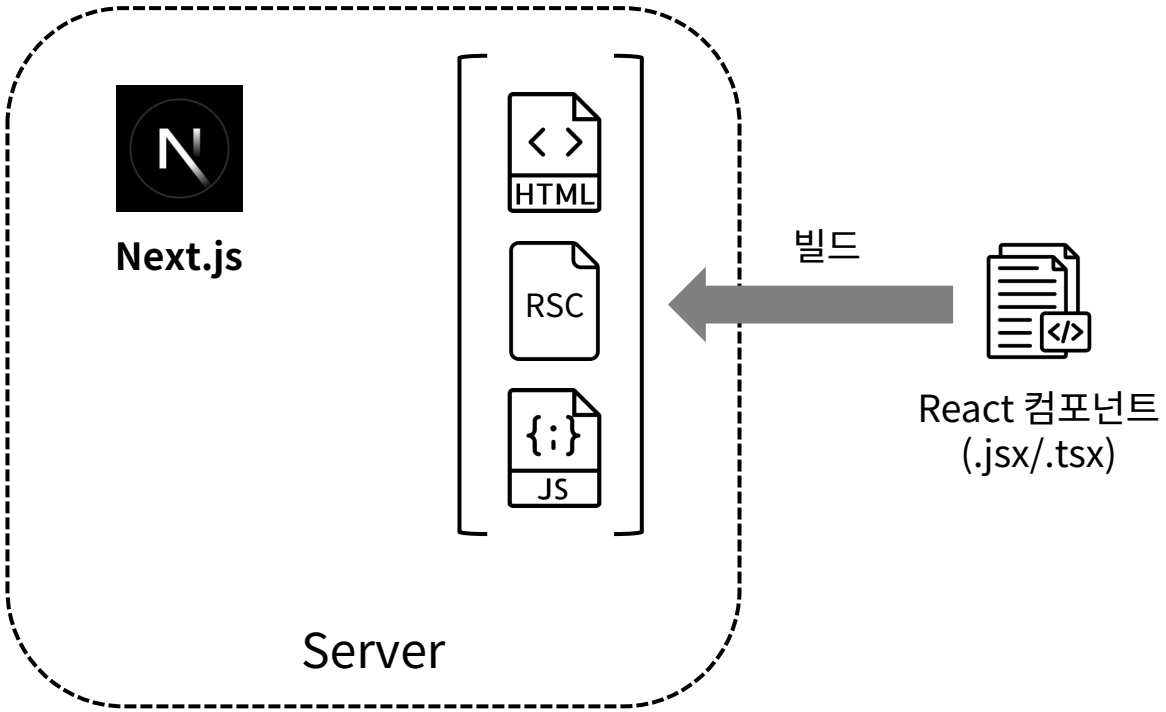

- Webpack (Next.js < 16)
- Turbopack (Next.js 16+)
- Vite

## React 빌드

- React 코드(TypeScript, JSX) → **JavaScript 생성**
- 최신 JS → 타깃 환경용 JS로 변환
- **JS 번들 생성**: 서버/클라이언트/공유 컴포넌트 분리
- SSG/ISR 페이지 → **HTML 생성**
- **최적화 수행**: 코드 압축, CSS 최적화 등

# Next.js 서버 – SSG

- 정적 사이트 생성(Static Site Generation) 방식은 프로젝트를 **빌드할 때** 미리 **HTML 및 관련 파일을 생성**한다.



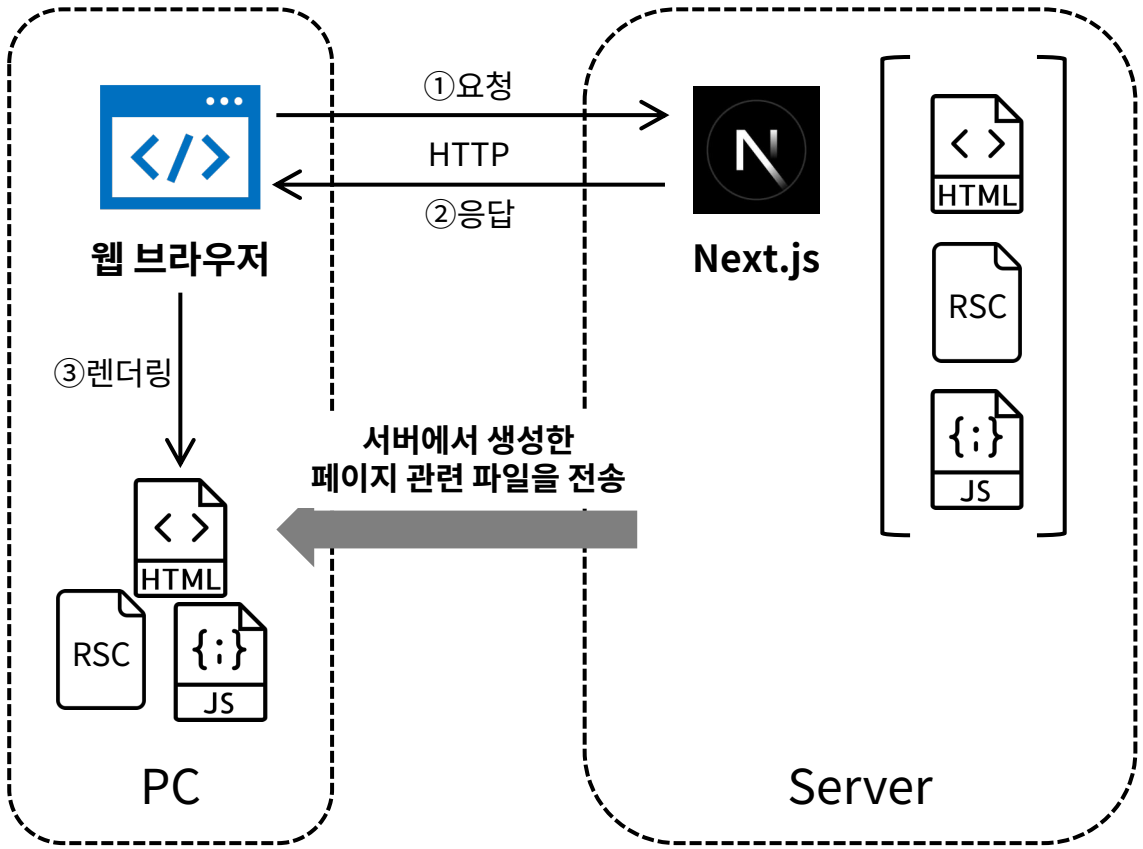

**빌드 시에 생성되는 주요 파일**

| | |
|---|---|
| **.html** | 초기 화면 표시용 (1) |
| **.rsc** | 리액트 DOM 트리 복원 정보 (1+) |
| **.js** | 클라이언트 컴포넌트용 JS 번들 chunk (1+) |

* .rsc 파일

RSC(React Server Component)의 실행 결과를 **리액트 전용 포맷(**Flight Protocol)으로 **직렬화**한 "**데이터 페이로드**" 이다.
서버 컴포넌트의 렌더링 결과, 컴포넌트 트리 구조, 직렬화된 props, 클라이언트 컴포넌트 참조, Suspense/Streaming 메타 정보가 들어 있다.
모든 마크업 생성을 브라우저에게만 맡기지 말고, **"서버에서 할 수 있는 일은 서버에서 끝내자"**라는 생각에서 도입된 방식이다.

# Next.js 서버 – SSG 실행 흐름




## 실행 흐름

❶ 페이지 요청

→ [서버] 미리 생성해 둔 HTML 응답

❷ 화면 표시

→ HTML 파싱

→ RSC Payload 다운로드(.rsc)

❸ 페이지와 관련된 JS 번들 다운로드(.js)

❹ RSC Payload 해석

→ 서버 컴포넌트 트리 재구성

❺ React Hydration

→ HTML과 React 트리를 연결

❻ 페이지 렌더링 완성

→ 사용자 상호작용 가능

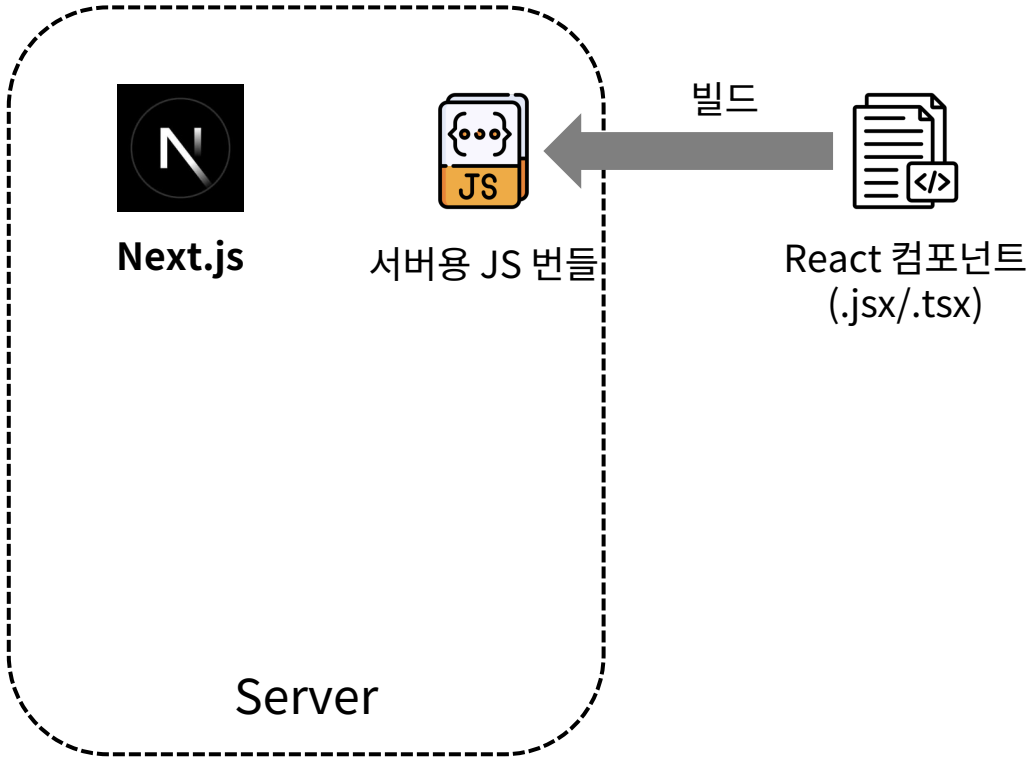
* Hydration

사전적 의미 → 물을 공급하다. 건조한 것에 수분을 더해 살아 있게 만들다. 예) 피부 hydration → 수분을 공습해 탄력 회복

즉 이미 만들어진 **HTML**(건조한 상태)에 **React의 상태·이벤트·로직을 주입**해서 "**살아있는 앱**"으로 만드는 과정을 뜻한다.

# Next.js 서버 – SSR

- 서버 사이드 렌더링(Server-Side Rendering) 방식은 프로젝트를 **빌드**할 때 **서버 실행용 JS 번들로 변환**한다.
- 즉, **TypeScript**와 **JSX** 문법으로 작성된 리액트 코드를 **순수 JavaScript 코드**로 컴파일 한다.




**app/exam/page.tsx**

```tsx
export default async function Page() {
  return <h1>Hello</h1>;
}
```

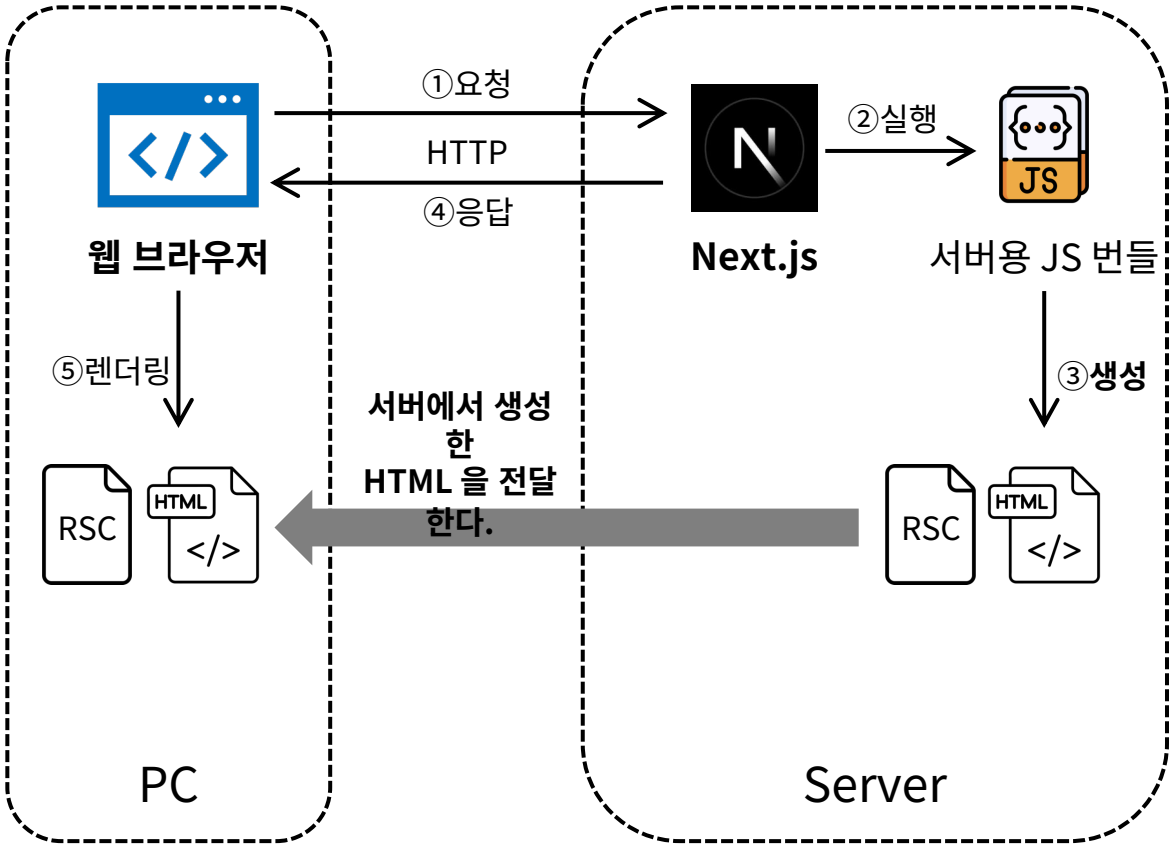
*JSX 문법*

컴파일

**.next/server/app/exam/page.js**

```tsx
async function Page() {
  return React.createElement("h1", null, "Hello");
}
export default Page;
```

# Next.js 서버 – SSR 실행 흐름




## 실행 흐름

❶ 페이지 요청

❷ [서버] 서버용 JS 번들 실행

→ HTML 및 RSC Payload 생성

→ 브라우저로 응답

❸ HTML 표시

→ RSC Payload 해석

→ 서버 컴포넌트 트리 복원

❹ 클라이언트용 JS 번들 로드

❺ React Hydration

→ HTML과 React 트리를 연결

→ 이벤트 핸들러. 부착

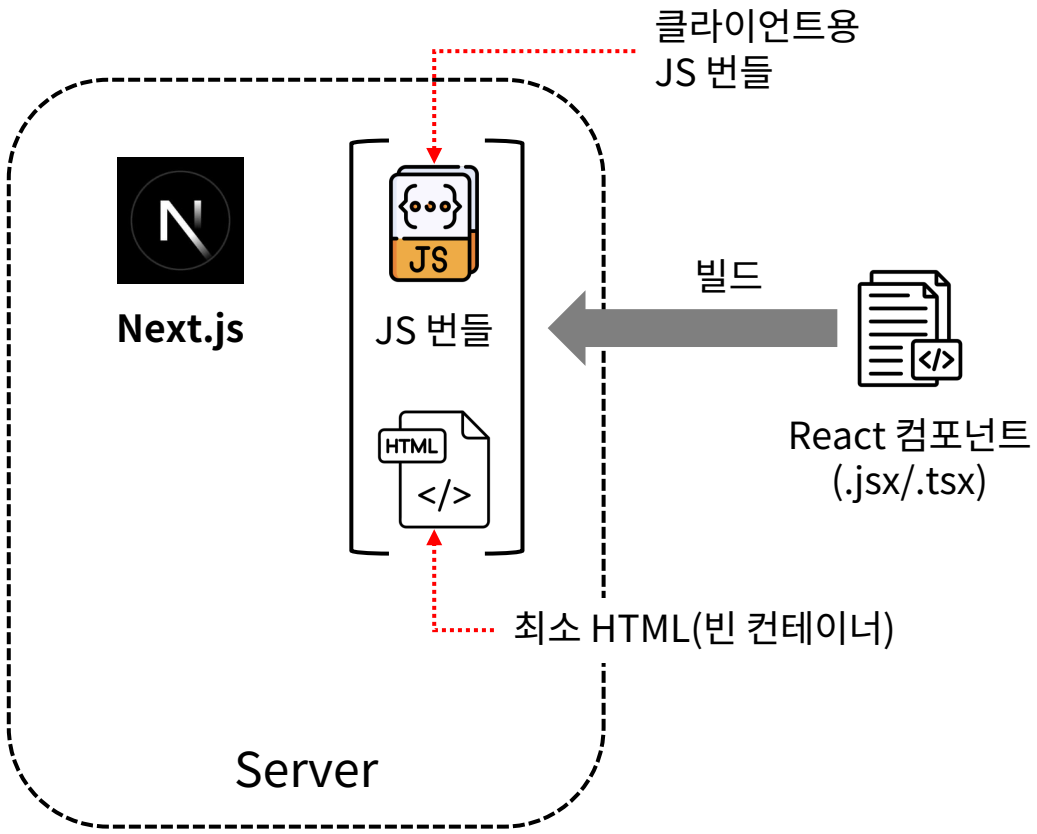
→ 상태 활성화

❻ 페이지 렌더링 완성

→ 사용자 상호작용 가능

# Next.js 서버 – CSR

- 클라이언트 사이드 렌더링(Server-Side Rendering) 방식은 프로젝트를 **빌드**할 때 **클라이언트용 JS 번들로 패키징**한다.
- 즉, **TypeScript**와 **JSX** 문법으로 작성된 리액트 코드를 **순수 JavaScript 코드**로 컴파일 한다.




**app/exam/page.tsx**

```
export default async function Page() {
  return <h1>Hello</h1>;
}
```

*JSX 문법*

컴파일

**.next/static/chunks/framework.js**

**.next/static/chunks/main.js**

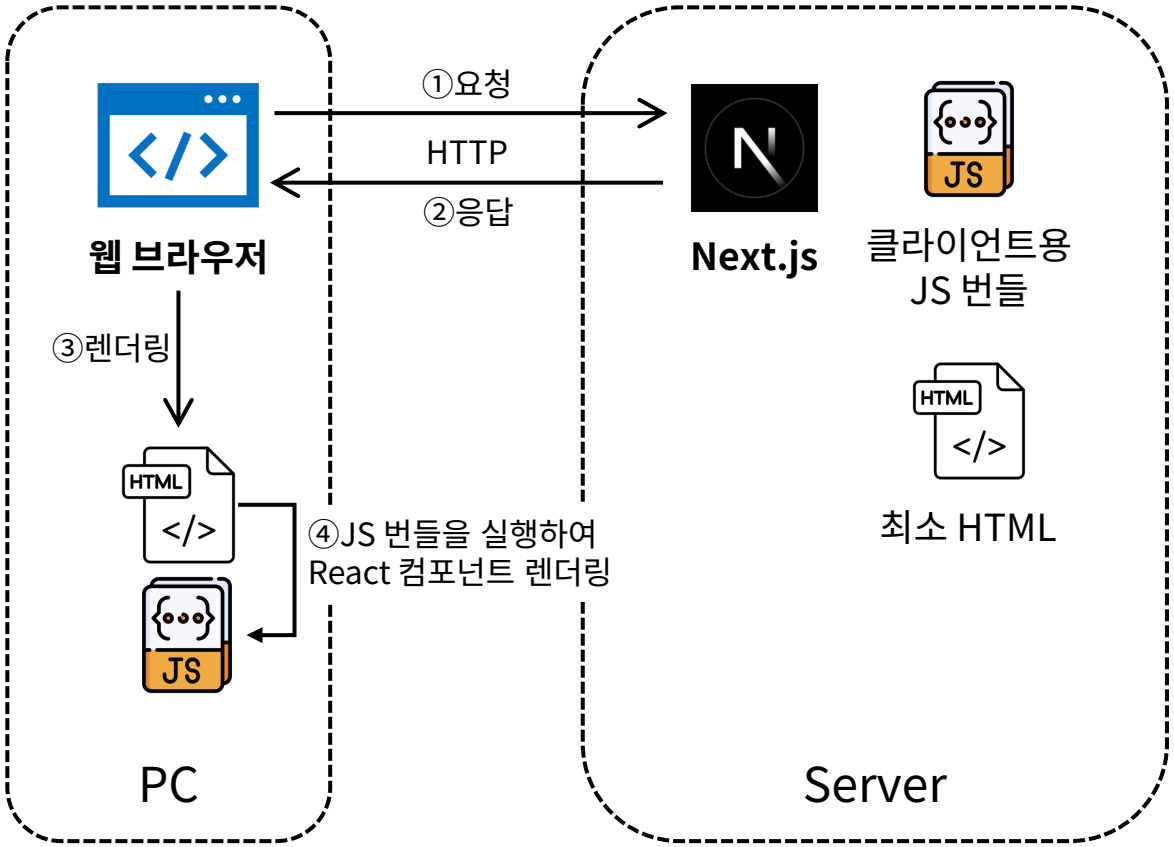
**.next/static/chunks/app/exam/page.js**

**.next/server/app/exam.html (껍데기 수준)**

**빈 HTML 예: exam.html**

```
<div id="__next"></div>
```

# Next.js 서버 – CSR 실행 흐름




## 실행 흐름

❶ 페이지 요청

❷ [서버] 빌드 시 생성해 둔 최소 HTML 응답

❸ JS 번들 다운로드

→ /_next/static/chunks/framework.js

→ /_next/static/chunks/exam/page.js

❹ JS 실행

→ .tsx 에서 컴파일된 JS가 처음 실행

→ React 앱 부트스트랩(JS 엔트리 포인트 실행)

❺ React 렌더링

→ 컴포넌트 함수 실행

→ Virtual DOM 생성

❻ 실제 HTML DOM 생성 및 삽입

# Next.js 서버 – SSG vs SSR vs CSR

| 항목 | SSG | SSR | CSR |
|---|---|---|---|
| **JS 번들 생성 (TypeScript/JSX → 순수 JS)** | 빌드 타임 | 빌드 타임 | 빌드 타임 |
| **HTML 생성** | 빌드 타임 → HTML 파일 생성 | 요청 → 서버에서 HTML 생성 | 껍데기 HTML 파일 → 브라우저에서 추가 HTML 생성 |
| **RSC Payload 생성** | ✅ | ✅ | ❌ |
| **초기화면** | 즉시 | 즉시 | JS 실행 후 |
| **SEO** | 매우 유리 | 유리 | 불리 |

# 주요 기술 – React UI 라이브러리

| 항목 | 특징 | 실무 포지션 |
| --- | --- | --- |
| **Material UI (MUI)** | • 가장 보편적인 선택지, 기업·실무 표준<br>• 구글 Material Design 기반, 컴포넌트 수가 매우 많음<br>• 테마/다크모드/접근성 잘 갖춰짐 | • 대기업·엔터프라이즈 프로젝트에서 압도적<br>• SSR 지원 안정적<br>• 문서 레퍼런스 풍부 |
| **Tailwind CSS + shadcn/ui** | • 2024 ~ 2025년 가장 빠르게 확산 중인 조합<br>• Tailwind → 유틸리티 기반 CSS<br>• Shadcn/ui → 라이브러리가 아니라 복사해서 쓰는 컴포넌트<br>• 디자인 자유도 매우 높음, 불필요한 추상화 없음 | • 스타트업·모던 서비스에서 폭발적 증가<br>• App Router, Server Components와 잘 맞음<br>• 번들 가볍고 성능 우수 |
| **Ant Design (AntD)** | • 관리자·백오피스·대시보드 최강자<br>• 완성도 높은 컴포넌트, 테이블·폼·모달·차트에 강함<br>• 디자인 커스터마이징은 다소 무거움 | • 중국/아시아권 + 엔터프라이즈에서 매우 흔함<br>• SSR 지원 가능<br>• 관리자 화면이면 AntD |
| **Chakra UI** | • 개발자 경험(DX)과 접근성 중심<br>• props 기반 스타일링, 접근성 기본 내장<br>• 학습 곡선 완만 | • 중소규모 서비스에 적합<br>• SSR 안정<br>• 빠르게 무난하게 만들기 좋음 |
| **Mantine** | • MUI와 shadcn의 중간 성향<br>• 컴포넌트 + 훅 제공<br>• 디자인 완성도 높음, 커스터마이징 유연 | • 유럽·개인 프로젝트에서 점점 증가<br>• SSR 지원<br>• 아직은 MUI/AntD보다 점유율 낮음 |