실시간 알림 서비스

> 아이디어 기획 단계지만 모든 아이디어에 동일하게 들어가는 기능인 **실시간 알림 서비스**를 미리 공부하려 한다. *현재 클라이밍 관련 아이디어를 기획 중인 상태라 현재 상황을 고려하여 실시간 알림이 필요한 기능을 간략하게 정리 해 보았다.*

세부 기능

▼ **매칭 관련 알림**

- 게임 매칭 요청이 들어왔을 때 알림
- 매칭 성사 알림
- 매칭된 상대방의 준비 상태 알림
- 매칭 취소 알림

▼ **소셜 기능 알림**

- 게시물 좋아요 알림

▼ **성취 관련 알림**

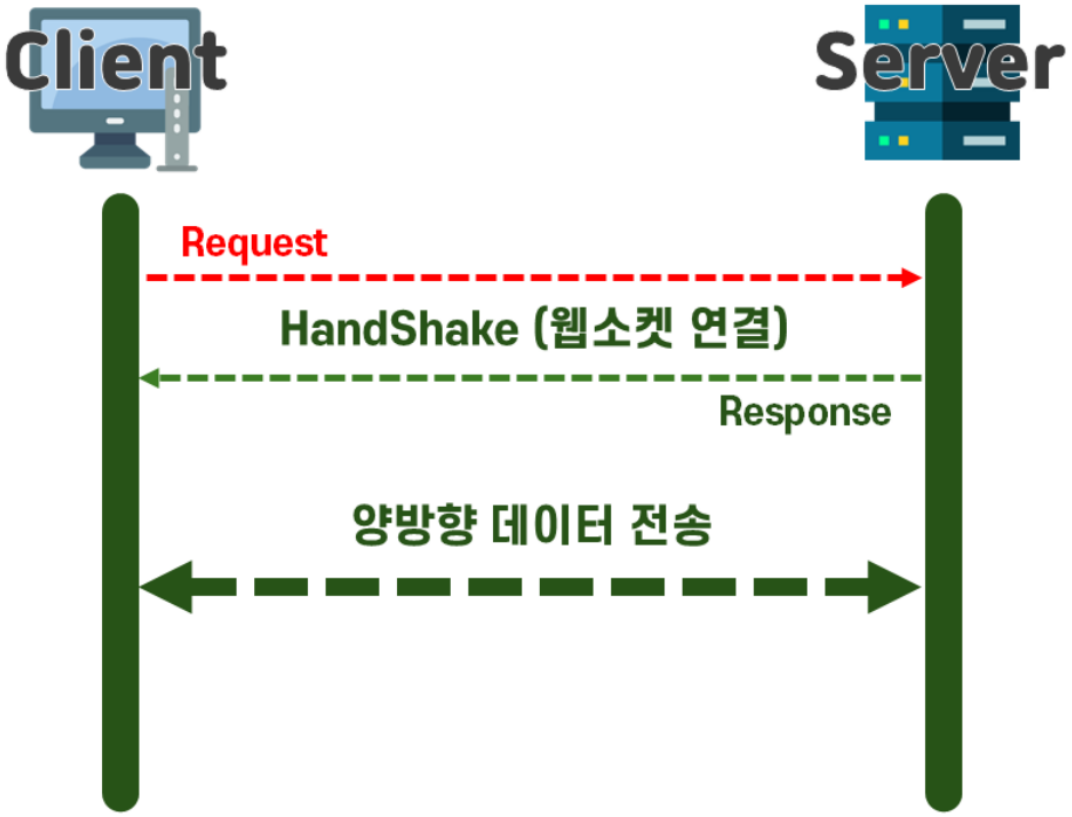
- 새로운 클라이밍 루트 완료 알림
- 개인 기록 갱신 알림

- 랭킹 변동 알림

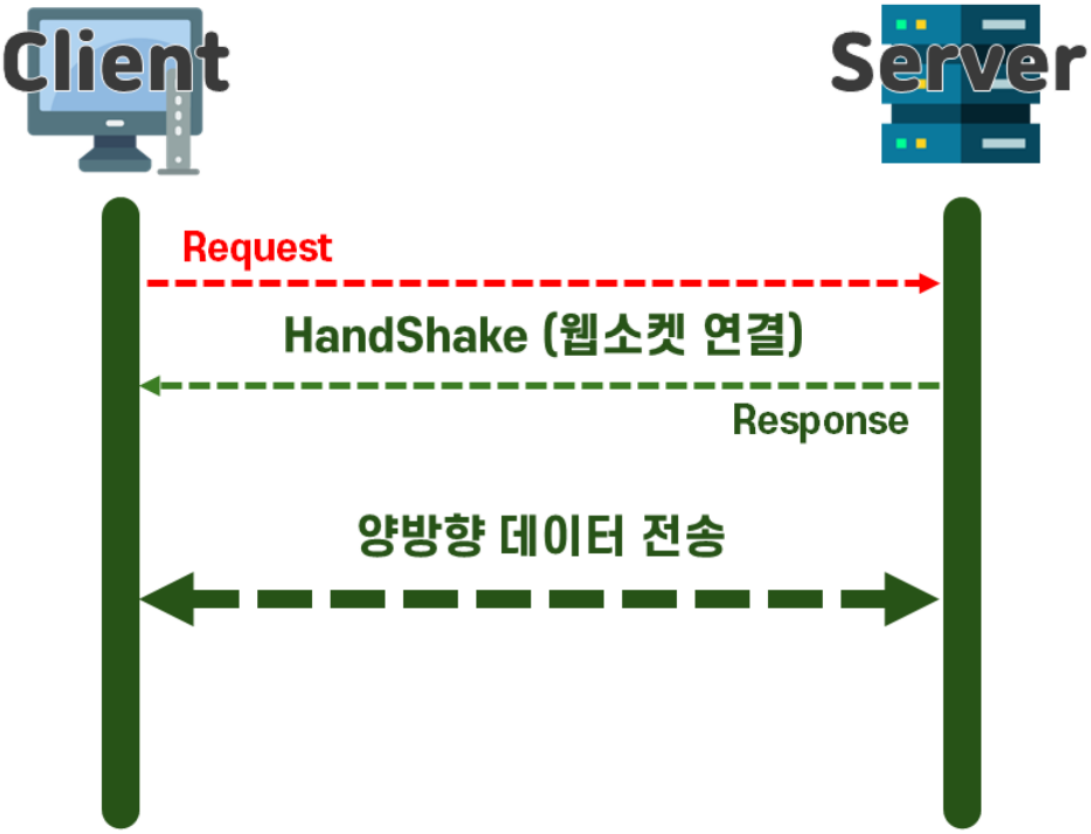
> 💡 **양방향 통신이 필요한 상황 x, 매칭 서비스는 실시간으로 알림을 확인할 수 있어야 함 !**

실시간 알림 서비스를 구현하기 위한 3가지 방법

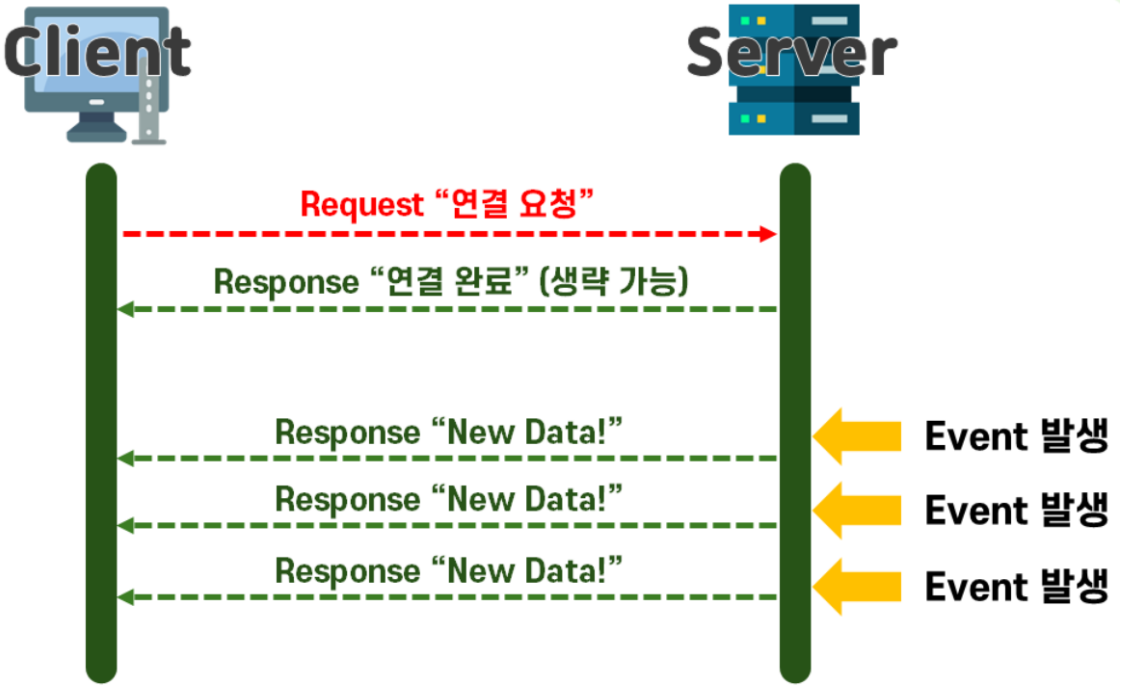
▼ **Polling 방식**



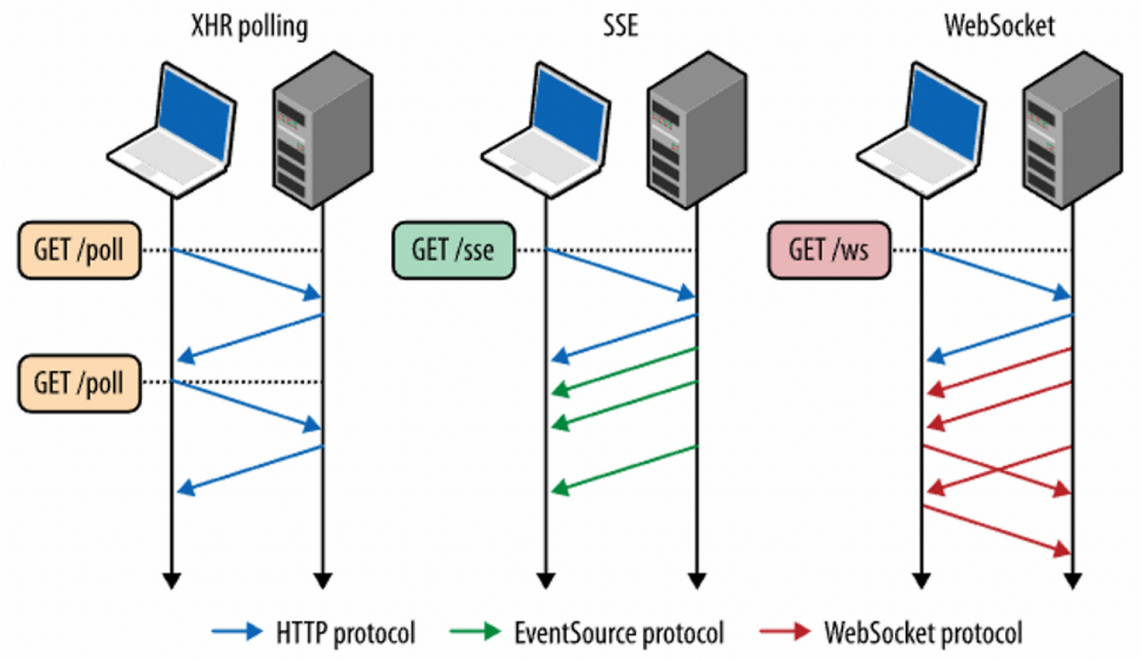
▼ **Web-Socket 방식**



▼ **Server-Sent Event 방식**



▼ 3가지 방식의 차이점



💡 **Server-Sent Event 방식으로 구현을 해보려고 한다!**

- 연결이 끊어지면 EventSource API가 **자동으로 재연결**을 시도해준다.
- 알림은 **효율적인 단방향 통신이 필요,** Server → Client로 단방향 통신만 지원해도 된다.
- 한번의 연결을 통하여 서버에서 새로운 데이터가 있을 때만 이벤트 스트림을 통해 데이터를 전송

✨문자열 데이터 + JSON 데이터 전송

index.html

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
```

```
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Spring Boot SSE Example</title>
</head>
<body>
<h1>Server-Sent Events</h1>
<div id = "events"></div>

<script>
  const eventSource = new EventSource("/emitter");

  eventSource.onmessage = (event) => {
    const div = document.createElement("div");

    // 문자열 데이터 전송
    div.textContent = `Event received: ${event.data}`;

    // JSON 데이터 전송
    const eventData = JSON.parse(event.data);
    div.textContent = `Message: ${eventData.message}, TimeSta

    document.getElementById("events").appendChild(div);
  }

  eventSource.onerror = (error) => {
    console.error("error", error);
    eventSource.close();
  }
</script>
</body>
</html>
```

EmitterController.java

```
@RestController
@RequiredArgsConstructor
public class EmitterController {
```

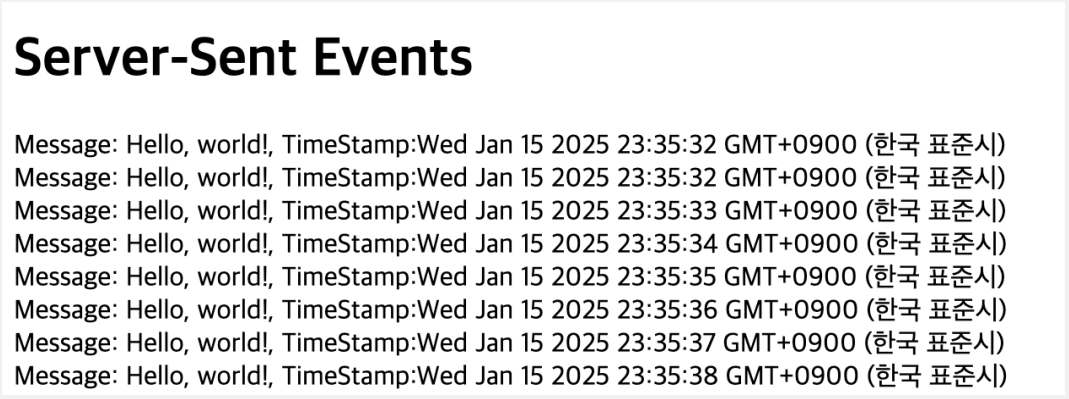
```
    private final EmitterService emitterService;

    @GetMapping(path = "/emitter", produces = MediaType.TEXT_
    public SseEmitter sub() {
        SseEmitter emitter  = new SseEmitter();
        emitterService.addEmitter(emitter);
        emitterService.sendEvent();
        return emitter;
    }
}
```

EmitterService.java

```
public class EmitterService {

    private final List<SseEmitter> emitters = new CopyOnWrite
    private final ObjectMapper objectMapper;

    public void addEmitter(SseEmitter emitter) {
        // 새로운 SSE 연결
        emitters.add(emitter);
        // 완료 콜백, emitters 리스트에서 emitter 제거
        emitter.onCompletion(() -> emitters.remove(emitter));
        // 시간 초과 콜백, emitters 리스트에서 emitter 제거
        emitter.onTimeout(() -> emitters.remove(emitter));
    }

    @Scheduled(fixedRate = 1000)
    public void sendEvent() {
        for (SseEmitter emitter : emitters) {
            try {
                // 문자열 데이터 전송
                emitter.send("연결 완료.");

                // JSON 데이터 전송
```

```
                Map<String, Object> eventData = new HashMap<>
                eventData.put("message", "Hello, world!");
                eventData.put("timestamp", System.currentTimeI
                String json = objectMapper.writeValueAsString
                emitter.send(json, MediaType.APPLICATION_JSON

            } catch (IOException e) {
                emitter.complete();
                emitters.remove(emitter);
            }
        }
    }
}
```

💡 Scheduled 사용, 1초에 한 번씩 메세지 이벤트를 보내는 것을 확인 !



💡 **SSE를 사용하며 고려해야 할 점이 생겼음!**

팀장님 왈: 단일 WAS가 아닌 가용성을 위해 **멀티 WAS 환경**으로 구축된 환경을 사용할 수도 있습니다!

이러한 상황에서는 ***SSE만으로는 구현이 불가***

→ ***Redis Pub/Sub***을 활용하여 구현하는 방식으로 구현 해보려 한다!

✨SSE + Redis, 실시간 알림 구현

RedisConfig.java

```
@Configuration
public class RedisConfig {

    @Value("${spring.data.redis.host}")
    private String host;

    @Value("${spring.data.redis.port}")
    private int port;

    @Bean
    public RedisConnectionFactory redisConnectionFactory() {
        return new LettuceConnectionFactory(host, port);
    }

    @Bean
    public RedisTemplate<?, ?> redisTemplate() {
        RedisTemplate<?, ?> template = new RedisTemplate<>();
        template.setConnectionFactory(redisConnectionFactory(

        GenericJackson2JsonRedisSerializer serializer = new G
        template.setValueSerializer(serializer);
        template.setHashValueSerializer(serializer);
```

```
        template.setKeySerializer(new StringRedisSerializer()
        template.setHashKeySerializer(new StringRedisSerializ

        template.afterPropertiesSet();
        return template;
    }
}
```

Redis는 객체 저장시 **직렬화 과정을 거쳐야 함.**

내가 선택한 직렬화 방법은 **GenericJackson2JsonRedisSerializer 으로** 객체의 클래스 지정 없이 `모든 Class Type을 JSON 형태로 저장` 할 수 있는 Serializer이다.

- Class Type에 상관 없이 모든 객체를 직렬화해준다는 장점을 가지고 있다.
- 하지만, 단점으로는 Object의 **class 및 package까지 전부 함께 저장**하게 되어 다른 프로젝트에서 redis에 저장되어 있는 값을 사용하려면 package까지 일치시켜줘야한다.
- 따라서 MSA 구조의 프로젝트 같은 경우 문제가 생길 수 있을 것 같다.

RedisMessagePublisher.java

```
@Component
@RequiredArgsConstructor
public class RedisMessagePublisher {
    private final RedisTemplate<String, String> redisTemplate
    // 메시지를 발행할 채널명
    private static final String CHANNEL = "notifications";

    public void publish(NotificationMessageDto message) {
            // Redis 채널 선택 후, JSON 문자열로 직렬화
        redisTemplate.convertAndSend(CHANNEL, message.seriali
    }
}
```

RedisMessageSubscriber.java

```
@Component
@RequiredArgsConstructor
public class RedisMessageSubscriber implements MessageListene
    private final NotificationService notificationService;

    @Override
    public void onMessage(Message message, byte[] pattern) {
        NotificationMessageDto notification = null;
        try {
                // Redis에서 받은 메시지를 DTO로 변환
            notification = NotificationMessageDto.deserialize
                    new String(message.getBody())
            );
        } catch (JsonProcessingException e) {
            throw new RuntimeException(e);
        }
        // 클라이언트로 알림 전송
        notificationService.sendToClient(
                notification.getUserId(),
                notification.getMessage()
        );

    }
}
```

NotrificationService.java

```
@Service
@RequiredArgsConstructor
public class NotificationService {
    private final RedisMessagePublisher messagePublisher;
    private final NotificationRepository notificationReposito
    private final UserRepository userRepository;
    private final Map<Long, SseEmitter> emitters = new Concur
```

```
    // 구독 관리
    public SseEmitter subscribe(Long userId) {
        SseEmitter emitter = new SseEmitter(60 * 1000L);
        emitters.put(userId, emitter);

        emitter.onCompletion(() -> emitters.remove(userId));
        emitter.onTimeout(() -> emitters.remove(userId));

        // 초기에 읽지 않은 알림 전송
        sendUnreadNotifications(userId, emitter);
        return emitter;
    }

    private void sendUnreadNotifications(Long userId, SseEmit
        User user = userRepository.findById(userId)
                .orElseThrow(() -> new RuntimeException("User

        List<Notification> unreadNotifications = notificationR

        if(!unreadNotifications.isEmpty()) {
            try {
                emitter.send(SseEmitter.event().
                        name("읽지 않은 메세지입니다.")
                        .data(unreadNotifications));
            } catch (IOException e) {
                // 전송 실패시 유저의 emitter 삭제
                emitters.remove(userId);
            }
        }
    }

    // 알림 발송
    public void notify(Long userId, String message) {
        User user = userRepository.findById(userId)
                .orElseThrow(() -> new RuntimeException("User

        Notification notification = new Notification(user, me
```

```
        notificationRepository.save(notification);

        // Redis로 실시간 알림 발송
        messagePublisher.publish(new NotificationMessageDto(u
    }

    /*
        SseEmitter event의 개념

        서버 측
        event: friend_request
        data: {"from": "user123", "message": "친구 요청이 왔습니다

        클라이언트 측
        eventSource.addEventListener('friend_request', event =
            console.log('친구 요청:', event.data);
        });

        채널: notifications
        이벤트:{
            "type": "friend-request",
            "from": "user123",
            "to": "user456"
        }

        채널은 이벤트들을 그룹화하고 분류하는 논리적 공간, 이벤트는 그 채널
     */
    public void sendToClient(Long userId, String message) {
        SseEmitter emitter = emitters.get(userId);

        // 연결이 끊어진 유저는 return null
        if (emitter != null) {
            try {
                emitter.send(SseEmitter.event()
                        .name("notification")
                        .data(message));
            } catch (IOException e) {
                emitters.remove(userId);
```

```
            }
        }
    }

    public void markAsRead(Long userId, Long notificationId)
        Notification notification = notificationRepository.fi
                .orElseThrow(() -> new RuntimeException("Noti

        if (!notification.getUser().getId().equals(userId)) {
            throw new RuntimeException("Unauthorized");
        }

        notification.markAsRead();
        notificationRepository.save(notification);
    }
}
```

💡 유저가 게시글을 작성하면 모든 유저에게 알림이 가는 시스템으로 코드 작성

테스트를 **도커 컨테이너**에서 진행 해 보고 싶다는 생각이 들었음 !

✨Dockerfile, docker-compose.file 작성

Dockerfile

```
FROM openjdk:17-jdk-slim
ARG JAR_FILE=build/libs/*.jar
COPY ${JAR_FILE} app.jar
EXPOSE 8080
ENTRYPOINT ["java", "-jar", "/app.jar"]
```

💡

- openjdk 17 버전, 필수적인 JDK 파일만 포함하여 이미지 크기 최소화
- 빌드 시점에 사용할 변수 설정, 여기서는 JAR_FILE 이라는 변수로 설정하였음
- 빌드된 JAR 파일을 컨테이너 내부의 app.jar로 복사
- 컨테이너가 8080 포트를 사용하겠다 명시
- 컨테이너가 실행될 때 실행할 명령어, app.jar 파일을 Java로 실행

docker-compose.file

```
services:
  app:
    build:
      context: .
      dockerfile: ./Dockerfile
    container_name: spring_app
    volumes:
      - ./:/app
    ports:
      - "8080:8080"
    depends_on:
      - redis
      - mysql
    networks:
      - app_network

  redis:
    image: redis:latest
    container_name: redis_container
    ports:
      - "6379:6379"
    volumes:
      - redis_data:/data
    networks:
      - app_network
```

```
  mysql:
    image: mysql:8.0
    container_name: mysql_container
    environment:
      MYSQL_ROOT_PASSWORD: 1234
      MYSQL_DATABASE: notification
    ports:
      - "3306:3306"
    volumes:
      - mysql_data:/var/lib/mysql
    networks:
      - app_network

volumes:
  redis_data:
    driver: local
  mysql_data:
    driver: local

networks:
  app_network:
    driver: bridge
```

💡

서비스 구성

app 서비스

- 현재 디렉토리의 Dockerfile 을 사용하여 컨테이너 이름은 spring_app 로 지정 후 빌드
- 8080 포트를 호스트와 컨테이너에 매핑
- redis, mysql 서비스 의존성 설정
- app_network 네트워크에 연결

---

redis 서비스

- 최신 버전의 redis 이미지 사용, 컨테이너 이름은 redis_container 로 지정
- 6379 포트를 호스트와 컨테이너에 매핑

---

mysql 서비스

- 8.0 버전 mysql 이미지 사용, 컨테이너 이름은 mysql_container 로 지정
- 환경변수 설정 (비밀번호, 데이터베이스 이름)
- 3306 포트를 호스트와 컨테이너에 매핑

볼륨 설정

- 도커에서 제공하는 로컬 스토리지에 저장

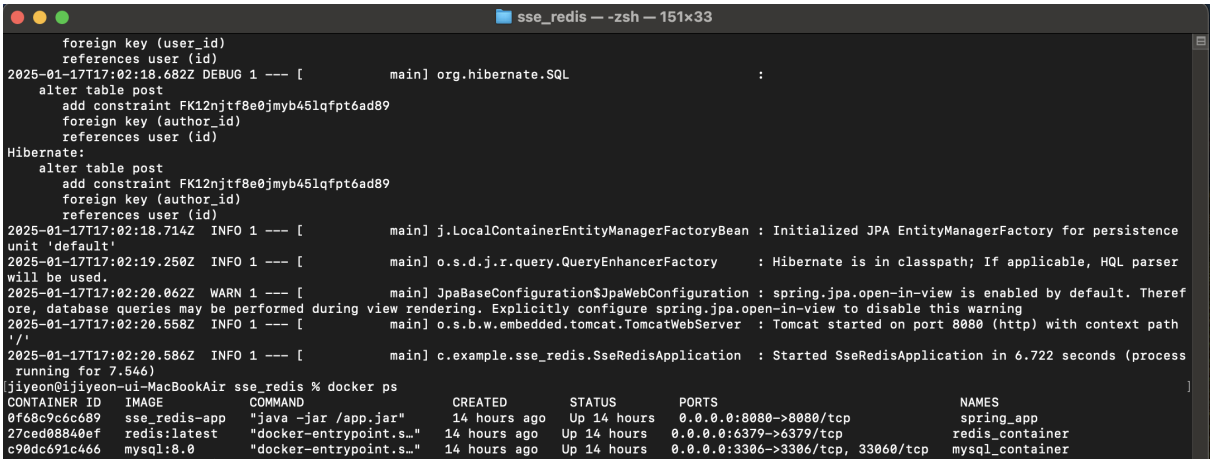
> **stateless하게 동작하도록 설계**
>
> 컨테이너가 아닌 외부에 데이터를 저장하고 컨테이너는 그 데이터로 동작하도록 설계하는 것
>
> 컨테이너 자체는 상태가 없고 상태를 결정하는 데이터는 외부로부터 제공
>
> 컨테이너가 삭제돼도 데이터는 보존

네트워크 설정

- 브릿지 타입의 네트워크

- 모든 서비스는 app_network를 통해 통신

💡 **컨테이너 올리기 성공 !!**



✨문제점 발생

⛔ 현재 진행하는 프로젝트에서 메인 기능인 게임(클라이밍 대결) 매칭 서비스에서 SSE 방식으로 해결하지 못하는 상황 발생

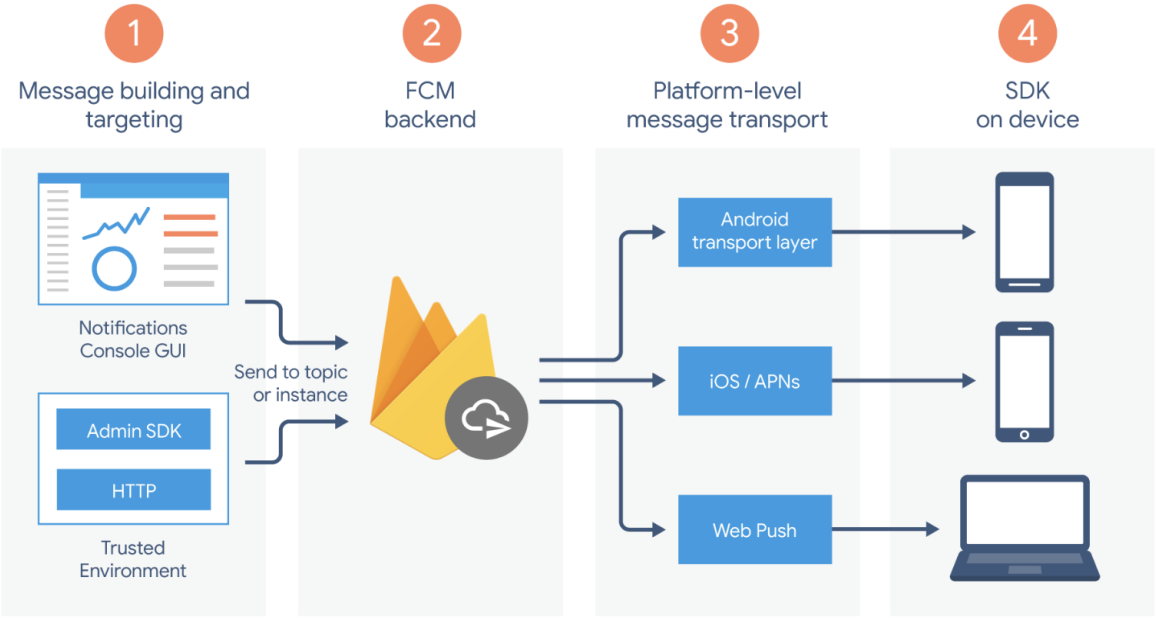
- 게임 매칭되었을 때 **백그라운드 환경에서도 알림이 푸쉬 가능해야 함.**

→ FCM으로 알림 구현하는 방식으로 가기로 함 !

✨FCM(Firebase-Cloud-Messaging) 아키텍쳐 이해하기

> **교차 플랫폼 메시징 솔루션**

- 플랫폼에 종속되지 않고 push 메시지를 보낼 수 있다는 점, push 메시지를 보내기 위해 기존에 각 플랫폼 환경별로 개발해야 하는 불편함을 해결하는 대안이 될 수 있음



1. 메세지 만드는 곳 (송신자)

- 알림을 작성하는 곳, Firebase용 Cloud Functions, App Engine 또는 자체 앱 서버

2.FCM 백앤드 (1번의 메시지의 이상 유무에 따라 적절한 응답)

- topic, channel을 통해 메세지 출력, 메시지 ID와 같은 메시지 메타데이터를 생성

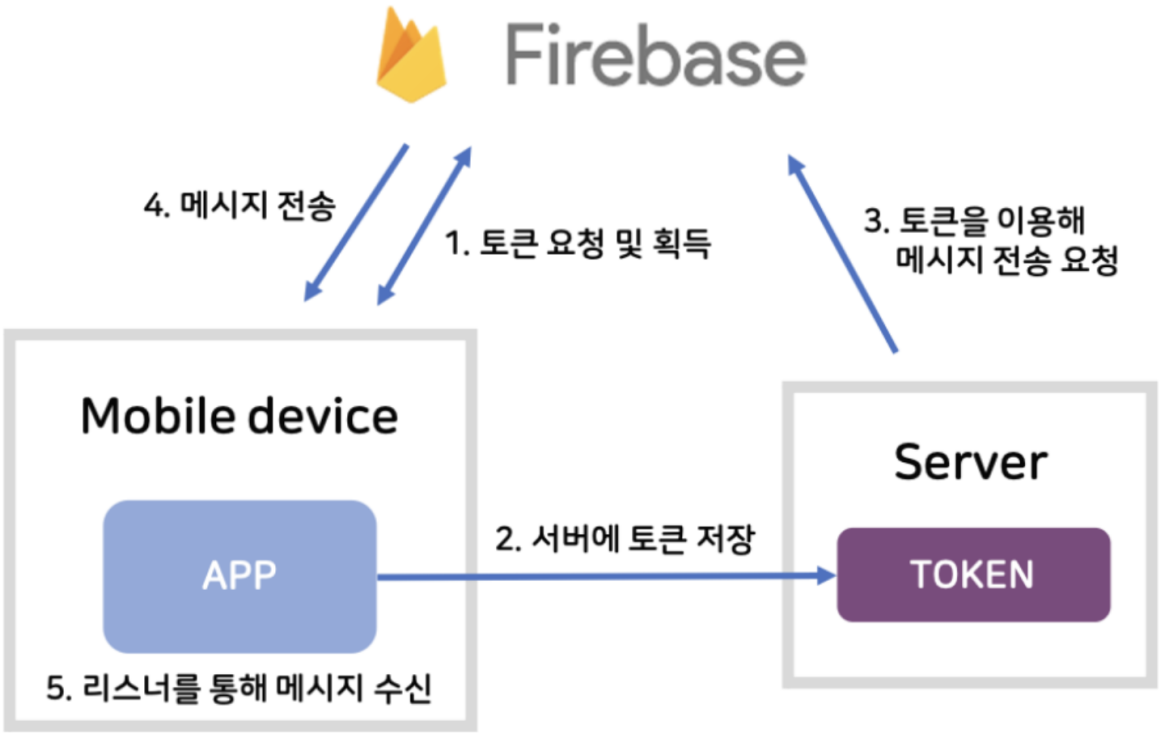
3.플랫폼 전송 레이어

- 기기로 타겟팅된 메시지를 라우팅하고, 메시지 전송을 처리

4.사용자 기기 (수신자)

> - 알림이 표시되거나 앱의 포그라운드/백그라운드 상태 및 관련 애플리케이션 로직에 따라 메시지가 처리

✨메세지 처리 흐름

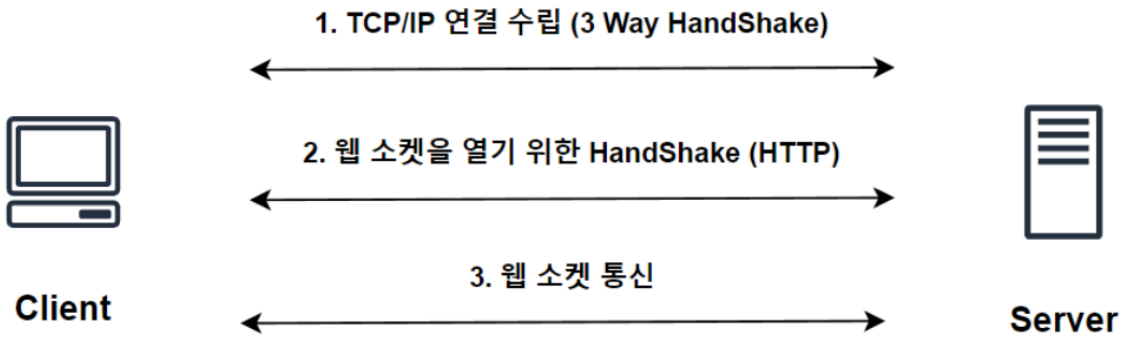


1. **FCM 토큰 요청 및 획득**
   - 프론트엔드는 Firebase에 FCM 토큰을 요청하고, 성공 시 사용자별 고유 FCM 토큰(디바이스 개별 토큰)을 발급
2. **서버에 FCM 토큰 저장**
   - 백엔드는 FCM 토큰을 저장
3. **FCM 토큰으로 메시지 전송요청**
   - 백엔드는 푸시 메시지가 필요할 때 저장된 FCM 토큰을 사용해 Firebase에 메시지 발급을 요청
   - 유효한 토큰에 한해 메시지가 발급되며, 그렇지 않은 경우 에러 코드가 반환
4. **메시지 전송**

- 푸시 메시지 발급이 완료되면 Firebase는 FCM 토큰을 기반으로 해당 사용자의 Service Worker에게 메시지를 전송
- Service Worker가 백그라운드에서 실행 중이면 메시지를 수신

5. **리스너를 통해 메시지 수신**
    - Service Worker는 수신한 푸시 메시지를 사용자에게 표시

✨WebSocket 동작방식

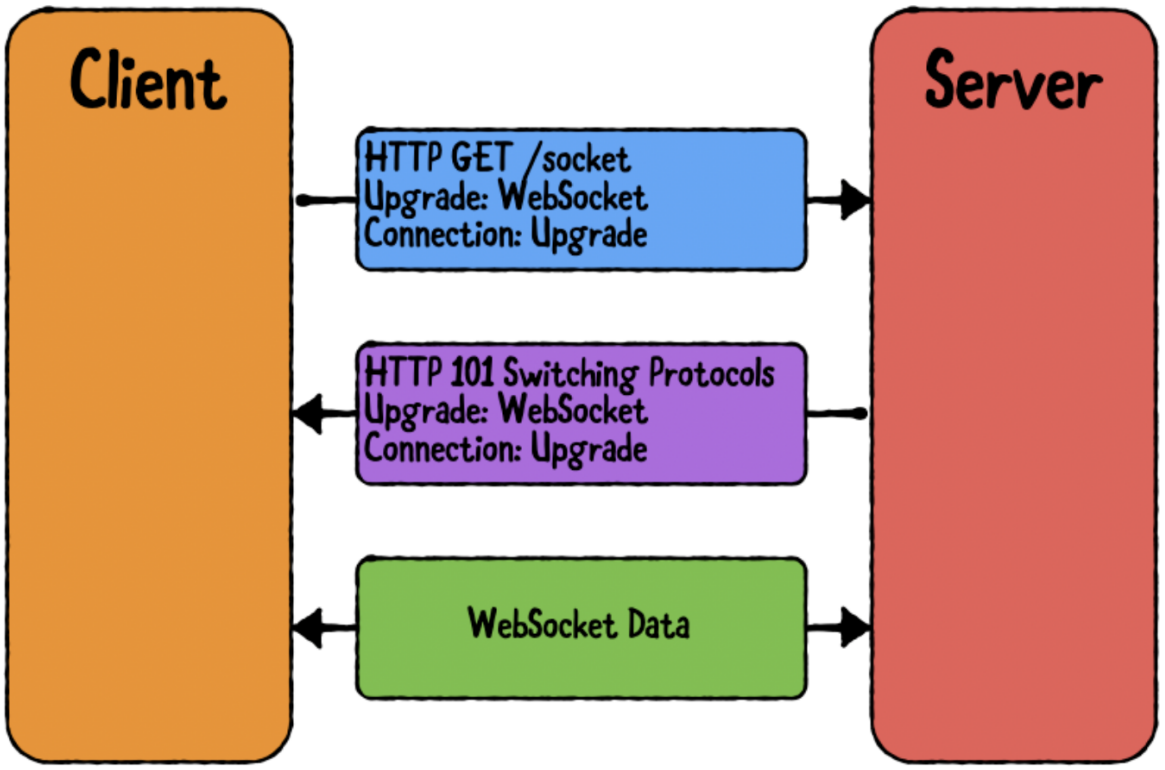


> **WebSocket**
>
> - 서버와 클라이언트 사이에 소켓 커넥션을 유지하며, 양방향 통신이 가능한 기술
>
> **3 Way HandShake**
>
> - 연속적인 데이터 전송의 신뢰성을 보장하기 위해 이러한 과정 진행

💡 기존 TCP는 **TCP layer** 에서 HandShake 통해 연결을 수립

WebSocket은 **HTTP 요청 기반**으로 연결

- Upgrade 헤더, Connection 헤더 포함하는 HTTP 요청
- 웹소켓 연결 아래와 같이 101 으로 응답 코드를 보내줌



✨WebSocket (서버가 1대일 경우)

WebSocketConfiguration.java

```
package practice.websocket.config;

import org.springframework.context.annotation.Bean;
import org.springframework.context.annotation.Configuration;
import org.springframework.web.socket.config.annotation.Enabl
import org.springframework.web.socket.config.annotation.WebSo
import org.springframework.web.socket.config.annotation.WebSo
import practice.websocket.handler.WebSocketHandler;

@Configuration
@EnableWebSocket
public class WebSocketConfiguration implements WebSocketConfi
    @Override
    public void registerWebSocketHandlers(WebSocketHandlerReg
```

```
        registry
                // webSocket server 의 endpoint => url:port/ro
                .addHandler(signalingSocketHandler(), "/room"
                .setAllowedOrigins("*");
    }

    @Bean
    public WebSocketHandler signalingSocketHandler() {
        return new WebSocketHandler();
    }
}
```

WebSocketHandler.java

```
package practice.websocket.handler;

import com.fasterxml.jackson.databind.ObjectMapper;
import lombok.extern.slf4j.Slf4j;
import org.springframework.web.socket.CloseStatus;
import org.springframework.web.socket.TextMessage;
import org.springframework.web.socket.WebSocketSession;
import org.springframework.web.socket.handler.TextWebSocketHa
import practice.websocket.entity.Message;

import java.util.Map;
import java.util.concurrent.ConcurrentHashMap;

@Slf4j
public class WebSocketHandler extends TextWebSocketHandler {

    // 예를 들어, 채팅방에 이미 접속 해 있던 유저들에게 신규 유저가 들어온
    // 그러면 채팅방에 접속 해 있던 기존 접속 사용자의 웹소켓 세션을 전부
    // <세션 Id => String, 세션 => WebSocketSession> key - valu
    private final Map<String, WebSocketSession> sessions = ne
    private final ObjectMapper objectMapper = new ObjectMappe
```

```
    // 웹소켓 연결
    @Override
    public void afterConnectionEstablished(WebSocketSession s
        String sessionId = session.getId();
        sessions.put(sessionId, session);

        // 입장하였을 때, 보낼 메세지
        Message message = Message.builder()
                .sender(sessionId)
                .receiver("all")
                .build();
        message.newConnect();

        String jsonMessage = objectMapper.writeValueAsString(

        sessions.values().forEach(s -> {
            try {
                if (!s.getId().equals(sessionId)) {
                    s.sendMessage(new TextMessage(jsonMessage
                }
            } catch (Exception e) {
                throw new RuntimeException(e);
            }
        });
    }

    // 양방향 데이터 통신
    @Override
    protected void handleTextMessage(WebSocketSession session
        // client 가 보낸 json 문자열 메세지
        Message message = objectMapper.readValue(textMessage.
        message.setSender(session.getId());

        WebSocketSession receiver = sessions.get(session.getI

        if (receiver != null && session.isOpen()) {
            receiver.sendMessage(new TextMessage(objectMapper
        }
```

```
    }

    // 소켓 연결 종료
    @Override
    public void afterConnectionClosed(WebSocketSession sessio
        String sessionId = session.getId();
        // 세션 저장소에서 연결이 끊긴 유저 삭제
        sessions.remove(sessionId);

        // 종료 메세지 생성
        final Message message = new Message();
        message.closeConnect();
        message.setSender(session.getId());

        // 남은 유저에게 메세지 전송
        sessions.values().forEach(s -> {
            try {
                s.sendMessage(new TextMessage(objectMapper.wr
            } catch (Exception e) {
                throw new RuntimeException(e);
            }
        });
    }

    // 소켓 통신 에러
    @Override
    public void handleTransportError(WebSocketSession session
        // 브라우저를 그냥 종료하면 1001 코드가 날라옴 (명시적으로 종료
    }
}
```

Message.java

```
package practice.websocket.entity;

import lombok.AllArgsConstructor;
```

```
import lombok.Builder;
import lombok.Getter;
import lombok.NoArgsConstructor;

@Getter
@Builder
@AllArgsConstructor
@NoArgsConstructor
public class Message {
    private String type;
    private String sender;
    private String receiver;
    private Object data;

    public void setSender(String sender) {
        this.sender = sender;
    }

    public void newConnect() {
        this.type = "new";
    }

    public void closeConnect() {
        this.type = "close";
    }
}
```

현재 코드는 세션을 서버에서 따로 관리할 수 있도록 MAP 자료구조로 정의하였다.

또한 메세지를 어떻게 처리할 지도 직접 구현하였음

하지만, 웹소켓 서버가 2대 이상이라면 **메모리 기반**으로 관리하는 세션 정보를 서로 알아야 함!

✨WebSocket STOMP (서버가 2대 이상일 경우)

> **STOMP (Simple Text oriented Messaging Protocol)**
>
> - 메세징 전송을 효율적으로 하기 위한 프로토콜
> - pub / sub 기반으로 동작
> - 메세지 송신 / 수신에 대한 처리가 명확하게 정의되어 있음
> - WebSocketHandler 를 직접 구현 할 필요 없이 @MessageMapping를 사용하여 메세지 발행 시 엔드포인트를 별도로 분리해서 관리