

KICE 시험준비 시스템&솔루션개발(Java)

소개

시스템&솔루션 개발_Java

Cloud와 On-Premise 환경에서 요구되는 솔루션의 최적화된 아키텍처를 설계하고 핵심 메커니즘을 유연하게 구현하기 위해 필요한 요소기술(통신, 데이터, 알고리즘, 프로세싱 등)을 분석/설계/개발할 수 있는 역량 측정

■ 시험 일정/장소

1 차수	25.8.26(화) 14:00~17:10 / KT분당사옥
2 차수	25.9.3(수) 14:00~17:10 / KT분당사옥

■ 기본사항

문항구성	실기형(코딩 1문항(소문항3) 100점)
시험시간	190분(실기)
인터넷 검색	가능
참고자료 지참	가능

■ 출제범위

분류	대목들	소모들	문항수	배점
시스템&솔루션 개발 (실기)	언어	Java / 파이썬 / C# 중 선택	1 (소문항3)	100 (소문항1 20점, 소문항2 30점, 소문항3 50점)
	아키텍처 설계	Software Architecture		
	기반 프레임워크	Base Framework		
	통신	Network programming (HTTP/JSON)		
	데이터	Basic Data Structure, File IO		
	알고리즘	Basic Algorithm		
	프로세싱	Thread		
합계			1	100

※ 필요한 외부 라이브러리는 다운로드 후 활용 가능
※ 모듈별 문항수와 배점은 차수에 따라 달라질 수 있습니다.
※ 서술형 문항은 차수에 따라 출제 영역이 달라질 수 있습니다.

Note

학습 가이드 실습환경: 응시 환경에서 HTTP 통신 시나리오가 활용되는 경우 아래 Library 를 포함하여 제공할 예정이며 그 외 Library를 선택하여 다운로드하여 사용도 가능합니다.

- Http Server : Jetty 9 Embedded
- Http Client : Jetty 9 HttpClient
- Json : Google Gson 2.10.1

준비사항

시험 환경

- 환경 : Cloud(원격데스크탑) 기반 통합개발환경
- 개발언어 : Java 8+
- 개발도구 : Eclipse

Caution

Eclipse 에서 제공하는 Content Assist 기능이 비활성화되어 있다.

Content Assist 기능 활성화 방법

1. 설정 창 열기

- 상단 메뉴에서 **Window** → **Preferences**를 클릭

2. Content Assist 메뉴 이동

- 왼쪽 트리에서 **Java** → **Editor** → **Content Assist**를 선택.

3. 자동 활성화(Auto Activation) 설정

- 우측에서 **Enable auto activation** 체크박스를 선택.

시험 문항 프로젝트 구조

- 압축파일 형태로 링크 다운로드
 - 문제풀이 후 소스코드 다시 압축하여 업로드 필요
- 압축파일은 3개의 시험문항별 Java 프로젝트 존재
- 압축 해제 후 Eclipse Import 기능을 통해 프로젝트 로딩
 - 프로젝트 설정정보가 있을 경우
 - Eclipse -> File -> Import -> General -> Existing Projects into Workspace -> 압축해제한 프로젝트 디렉토리 선택 -> Finish
 - 프로젝트 설정정보가 없는 경우
 - Eclipse -> New -> Java Project -> Project Name: 문항별 프로젝트명 입력, Location : 압축해제한 프로젝트 디렉토리 선택-> Finish
 - 라이브러리 추가 시
 - Eclipse -> Package Explorer -> 추가할 라이브러리 우 클릭 -> Build Path -> Add to Build Path
- 각 Java 프로젝트 내 제공 라이브러리 및 파일이 존재
- 프로젝트 내 소스코드는 Main문이 있는 하나의 파일만 제공
- 프로젝트 디렉토리 구성

```
.
├── SP_TEST1
│   ├── DICTIONARY.TXT
│   └── src
│       └── SP_TEST.java
├── SP_TEST2
│   ├── DICTIONARY.TXT
│   ├── STOPWORD.TXT
│   └── src
│       └── SP_TEST.java
└── SP_TEST3
    ├── DICTIONARY.TXT
    ├── MODELS.JSON
    ├── STOPWORD.TXT
    ├── lib
    │   ├── gson-2.10.1.jar
    │   ├── javax.servlet-api-3.1.0.jar
    │   ├── jetty-client-9.4.53.v20231009.jar
    │   ├── jetty-http-9.4.53.v20231009.jar
    │   ├── jetty-io-9.4.53.v20231009.jar
    │   ├── jetty-server-9.4.53.v20231009.jar
    │   ├── jetty-servlet-9.4.53.v20231009.jar
    │   └── jetty-util-9.4.53.v20231009.jar
    └── src
        └── SP_TEST.java
```

시험 문항 풀이 구조

- 총 3문항으로 구성, 3시간 내 소스코드 개발 및 제출 필요
- 문항 간 연계: 1번 → 2번 → 3번 순서로 점진적 개선, 선행 문항이 후속 문항의 기반이 됨
- 실행 환경
 - 각 문항별 Java 프로젝트가 사전에 생성되어 있음
 - 1, 2번: 콘솔 프로그램(단독 실행, 종료 없음)
 - 3번: HTTP 서버 형태(API 호출, 실시간 서비스)

각 문항별 흐름(Pilot 기준)

문항 1: 문장 토큰화 및 워드임베딩

- 기능
 - 콘솔로 문장 입력 → 공백 기준 단어 토큰화
 - 각 단어를 소문자로 변환 후, 단어 사전(DICTIONARY.TXT)에서 임베딩 벡터(정수 3개)로 변환
- 입력/출력
 - 입력: 임의의 영어 문장(대소문자 혼용)
 - 출력: 각 단어의 임베딩 벡터를 공백으로 구분하여 한 줄로 출력
- 특이사항
 - 프로그램 종료 없음, 계속 입력 및 출력 반복
 - 단어 사전 파일의 내용 하드코딩 금지, 반드시 파일 참조
 - 상대경로 사용 필수

문항 2: 불용어(Stopword) 제거 추가

- 기능
 - 문항 1의 전처리 과정에 불용어 제거 추가
 - 불용어 데이터(STOPWORD.TXT)에서 임베딩 벡터가 일치하는 단어는 최종 출력에서 제외
- 입력/출력
 - 입력: 문항 1과 동일
 - 출력: 불용어를 제거한 단어들의 임베딩 벡터만 공백으로 구분해 출력
- 특이사항
 - 불용어 데이터 역시 파일에서 읽어야 함
 - 프로그램 종료 없음, 계속 입력 및 출력 반복

문항 3: AI 서비스 플랫폼(HTTP 서버)

- 기능
 - HTTP POST 요청을 받아, 지정된 AI 모델로 문장 분류 결과를 반환
 - 요청: 모델명, 분류할 문장 리스트
 - 처리:
 - 각 문장에 대해 전처리(토큰화, 임베딩, 불용어 제거)
 - 전처리 결과를 AI 모델 서버에 POST, 분류코드 수신
 - 분류코드를 분류결과(예: positive/negative 등)로 변환
 - 응답: 분류결과 리스트를 JSON으로 반환
- 입력/출력
 - 입력: HTTP POST (JSON 형식)
 - 출력: HTTP Response (JSON 형식)
- 특이사항
 - 모델 목록, 분류코드-결과 매핑 등은 MODELS.JSON 파일에서 읽어야 함
 - 서버는 종료 없이 실시간 동작
 - 상대경로 사용 필수

입력/출력 조건 요약

문항	입력 방식	출력 방식	종료 조건
1	콘솔 문장 입력	임베딩 벡터(공백 구분)	종료 없음
2	콘솔 문장 입력	불용어 제거 후 임베딩 벡터	종료 없음
3	HTTP POST (JSON)	HTTP Response (JSON)	종료 없음

검증 및 평가 방식

- 1, 2번: 콘솔 입/출력 결과를 샘플 결과 파일(CMP_CONSOLE.TXT)과 비교
 - Eclipse 통한 검증
 - Eclipse -> Package Explorer -> Main 문이 있는 Java 파일 우 클릭 -> Run As -> Java Application 클릭
 - Terminal 통한 검증
 - Eclipse -> Package Explorer -> 프로젝트 컨텍스트 메뉴 클릭 -> Show In Local Terminal -> Terminal 클릭
 - 실행방법

```
javac -cp ".;lib/*" -d . src/Exam.java & java -cp ".;lib/*" Exam
```

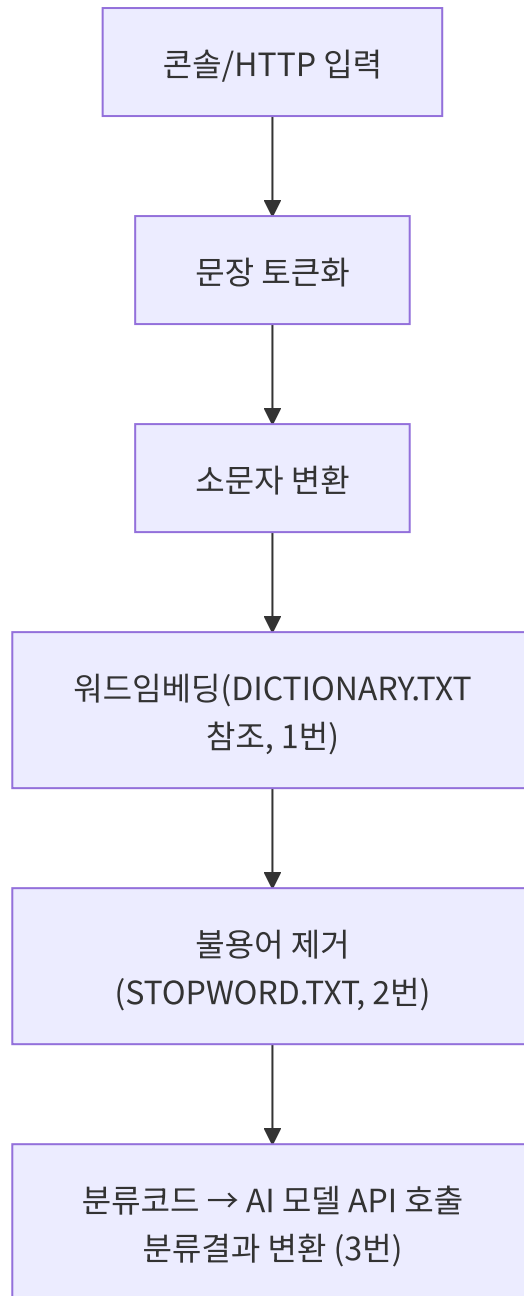
- 3번: MOCK.EXE 프로그램을 통해 API 테스트 시나리오 자동 실행, 모든 시나리오 통과 시 "테스트에 성공했습니다!" 메시지 출력

- **부분점수 없음:** 한 단계라도 오류 발생 시 후속 문항 전체 오류 처리
- **전체 소스코드 압축해서 제출**

정책 및 참고 데이터 제공

- **정책/참고 데이터 파일**
 - 프로젝트 내 파일형태로 제공
 - DICTIONARY.TXT: 단어-임베딩 벡터 매핑
 - STOPWORD.TXT: 불용어 임베딩 벡터 목록
 - MODELS.JSON: AI 모델 정보, 분류코드-분류결과 매핑, 모델별 API URL
- **파일 내용 하드코딩 금지**, 반드시 파일 입출력 코드 구현
 - 검증 시 사용하는 데이터 파일 내용 다름
- **모든 경로는 상대경로**로 처리
 - 실제 검증 시 디렉토리 다를 수 있음

전체 시스템 흐름



주의사항

실행 결과로 평가하고 부분점수는 없으므로 아래사항을 필히 주의해야 함

- 구현된 프로그램은 실행 완결성 필수 (명확한 실행&정확한 결과 출력, 통상의 실행 시간)
- 소 문항별 결과 검수 필수 (선행문항 오류 시, 후속문항 전체에 오류가 발생할 수 있음)
- 제시된 조건이 없는 한 선행요구사항 유지 필수
- 프로그램 실행 위치 및 실행결과출력 (위치, 파일명, 데이터포맷)은 요구사항과 정확히 일치 필수 (콘솔 출력이 평가 대상일 경우 불필요한 로그 출력 금지)
- 제시된 모든 위치는 상대경로 사용 필수 (프로그램 실행 위치 기준)

- 프로그램 종료조건에 맞는 처리 필수 (불필요한 입력대기를 하거나, 요구사항과 다르게 종료하면 안됨)
- 제공되는 샘플 파일과 다른 데이터로 채점하므로 제공되는 파일의 내용을 하드코딩하지 말 것
- 모든 문자는 요구사항에 맞는 대소문자 구분 필수

주요 알고리즘

주요 알고리즘/핵심 포인트	학습 포인트
문자열 분할(split)	공백 기준 분할, 특수문자 처리
해시맵(딕셔너리) 기반 탐색	파일 읽기, 키-값 매핑, 예외처리
집합(set) 연산, 리스트 필터링	벡터 일치 여부로 필터링
파일 파싱, 상대경로 처리	하드코딩 금지, 경로 오류 방지
JSON 직렬화/역직렬화	요청/응답 포맷 일치, 오류처리
HTTP 처리	HTTP Server/Clienet

제공 라이브러리

라이브러리	주요 특징	대표 용도/활용 예시
Jetty 9 Embedded Server	- 경량/고성능 Java HTTP 서버 - 애플리케이션에 내장(임베디드) 가능 - Servlet, REST API, WebSocket 지원 - 비동기 처리 및 다양한 확장성 제공	REST API 서버, 내장 웹 서비스, 마이크로서비스
Jetty 9 HttpClient	- 동기/비동기 HTTP 요청 지원 - HTTP/1.1, HTTP/2 등 최신 프로토콜 지원 - 경량 구조, 빠른 처리 - 커스텀 헤더, 쿠키, 인증 등 네트워크 옵션 풍부	외부 API 연동, 서비스 간 통신, 테스트 클라이언트
Google Gson 2.10.1	- Java 객체 ↔ JSON 직렬화/역직렬화 - 컬렉션, 제네릭, 트리모델 지원 - 경량, 빠른 성능 - 별도 어노테이션 없이 POJO 사용 가능	JSON 데이터 파싱/생성, REST API 데이터 처리

Jetty 9 Embedded HTTP Server

Jetty 9를 임베디드 HTTP 서버로 사용하여 간단한 REST API를 구현하는 예시.

```
import org.eclipse.jetty.server.Server;
import org.eclipse.jetty.servlet.ServletHandler;
import javax.servlet.http.*;
import javax.servlet.*;

public class JettyEmbeddedExample {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
```

```

Server server = new Server(8080); // 8080 포트로 Jetty 서버 인스턴스 생성

ServletHandler handler = new ServletHandler(); // 서블릿 핸들러 준비
handler.addServletWithMapping>HelloServlet.class, "/hello"); // "/hello" 경로에 서블릿 매핑

server.setHandler(handler); // 서버에 핸들러 등록

server.start(); // 서버 시작
server.join(); // 메인 스레드 대기(서버 종료까지)
}

// 간단한 Hello 서블릿 구현
public static class>HelloServlet extends HttpServlet {
    @Override
    protected void doGet(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp) throws ServletException, java.io.IOException {
        resp.setContentType("text/plain; charset=utf-8");
        resp.getWriter().write("Hello, Jetty Embedded!");
    }
}
}

```

Jetty 9 HttpClient 샘플 코드

Jetty 9의 HttpClient로 JSON 데이터를 POST로 전송하고 응답을 받는 예시.

```

import org.eclipse.jetty.client.HttpClient;
import org.eclipse.jetty.client.api.ContentResponse;
import org.eclipse.jetty.client.util.StringContentProvider;
import org.eclipse.jetty.http.HttpHeader;
import com.google.gson.Gson;
import com.google.gson.JsonObject;

public class JettyHttpClientExample {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        HttpClient httpClient = new HttpClient(); // HttpClient 인스턴스 생성
        httpClient.start(); // 내부 리소스 초기화

        // 전송할 JSON 데이터 생성
        String processed = "sample query";
        String json = String.format("{\"query\":\"%s\"}", processed);

        // POST 요청 생성 및 전송
        ContentResponse response = httpClient.POST("http://localhost:8080/hello") // 요청
        URL
            .header(HttpHeader.CONTENT_TYPE, "application/json") //
        Content-Type 헤더 지정
            .content(new StringContentProvider(json), "application/json") // 요청
        바디에 JSON 데이터 설정
            .send(); // 동기 요청

        String responseBody = response.getContentAsString(); // 응답 본문 추출
    }
}

```



```

        System.out.println("서버 응답: " + responseBody);

        httpClient.stop(); // 리소스 반환
    }
}

```

Google Gson 2.10.1 샘플 코드

Java 객체 → JSON 문자열 변환

```

import com.google.gson.Gson;

public class GsonToJsonExample {
    public static void main(String[] args) {
        Person person = new Person("홍길동", 25);
        Gson gson = new Gson();
        String json = gson.toJson(person);
        System.out.println(json); // {"name":"홍길동","age":25}
    }
    static class Person {
        String name;
        int age;
        Person(String name, int age) { this.name = name; this.age = age; }
    }
}

```

JSON 문자열 → Java 객체 변환

```

import com.google.gson.Gson;

public class GsonFromJsonExample {
    public static void main(String[] args) {
        String json = "{\"name\":\"홍길동\",\"age\":25}";
        Gson gson = new Gson();
        Person person = gson.fromJson(json, Person.class);
        System.out.println(person.name); // 홍길동
        System.out.println(person.age); // 25
    }
    static class Person {
        String name;
        int age;
    }
}

```

주요 기능 요약표

기능	메서드 예시	설명
객체 → JSON 문자열	<code>gson.toJson(obj)</code>	Java 객체를 JSON으로 변환
JSON → 객체	<code>gson.fromJson(json, Class)</code>	JSON을 Java 객체로 변환

기능	메서드 예시	설명
Map ↔ JSON	<code>gson.toJson(map) / fromJson(...)</code>	Map과 JSON 상호 변환
컬렉션/배열 지원	<code>fromJson(json, TypeToken)</code>	List, Set 등 제네릭 지원
트리 모델 파싱	<code>JsonParser.parseString(json)</code>	JsonObject/JsonArray 사용
Pretty Printing	<code>GsonBuilder().setPrettyPrinting()</code>	보기 좋은 JSON 출력

JsonObject/JsonArray 직접 다루기

```
import com.google.gson.*;

public class JsonTreeExample {
    public static void main(String[] args) {
        String json = "{\"id\":1,\"students\":[\"Anna\",\"Jerry\"],\"subject\":{\"name\":\"Java\",\"professor\":\"Tony\"}}";
        JsonElement element = JsonParser.parseString(json);
        JsonObject object = element.getAsJsonObject();
        long id = object.get("id").getAsLong();
        JsonArray students = object.get("students").getAsJsonArray();
        for (JsonElement stu : students) {
            System.out.println(stu.getAsString());
        }
        JsonObject subject = object.get("subject").getAsJsonObject();
        System.out.println(subject.get("name").getAsString());
    }
}
```

컬렉션, 제네릭 타입 파싱

```
import com.google.gson.reflect.TypeToken;
// ...
String json = "[{\"name\":\"홍길동\",\"age\":25},{\"name\":\"이순신\",\"age\":30}]";
Type listType = new TypeToken<List<Person>>(){}.getType();
List<Person> people = gson.fromJson(json, listType);
```

기출문제 풀이(Pilot)

Note

목표 시스템

AI 서비스 플랫폼

개요

해당 시스템 구현을 통해 요구사항 분석, 데이터 구조화, HTTP Server/Client 구현 등의 기술역량 및 프로그램 구현 역량을 측정하기 위한 문제입니다.

설명

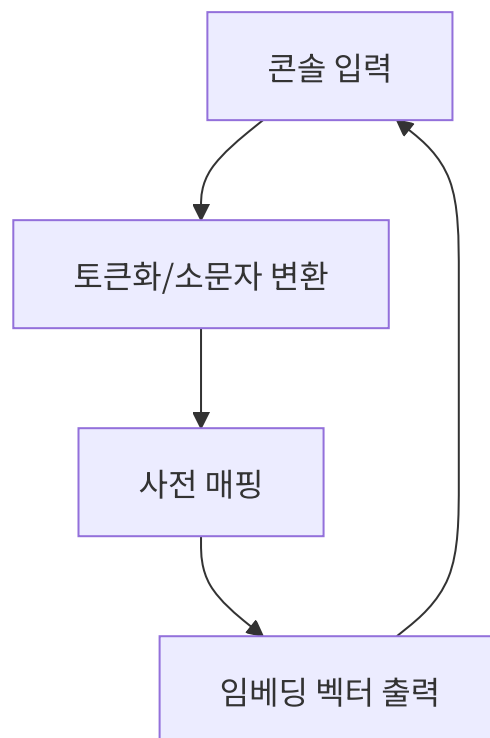
본 프로그램은 사전학습된 AI 모델을 활용하여 요청 받은 Query 문장들에 대한 분류를 수행하고 결과를 제공하는 AI 서비스 플랫폼입니다.

문항 1: 콘솔 입력 문장 토큰화 및 워드임베딩

기능 요약:

- 콘솔에서 문장 입력 → 단어별 소문자 변환 → 사전(DICTIONARY.TXT)에서 임베딩 벡터 매핑 → 결과 출력
- 종료 없이 반복 입력/출력

구성도



실행 코드

```
import java.io.*;
import java.util.*;

public class SP_TEST {
    // 단어 사전 저장용 Map
    private static final Map<String, String> dictionary = new HashMap<>();

    public static void main(String[] args) throws Exception {
```

```

loadDictionary("DICTIONARY.TXT");
Scanner scanner = new Scanner(System.in);
while (true) {
    String line = scanner.nextLine();
    String[] tokens = line.trim().split("\\s+");
    List<String> vectors = new ArrayList<>();
    for (String token : tokens) {
        String key = token.toLowerCase();
        if (dictionary.containsKey(key)) {
            vectors.add(dictionary.get(key));
        }
    }
    System.out.println(String.join(" ", vectors));
}

// 단어 사전 파일 로드
private static void loadDictionary(String path) throws IOException {
    try (BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(path))) {
        String line;
        while ((line = br.readLine()) != null) {
            String[] parts = line.split("#");
            if (parts.length == 2) {
                dictionary.put(parts[0], parts[1]);
            }
        }
    }
}
}

```

코드 설명

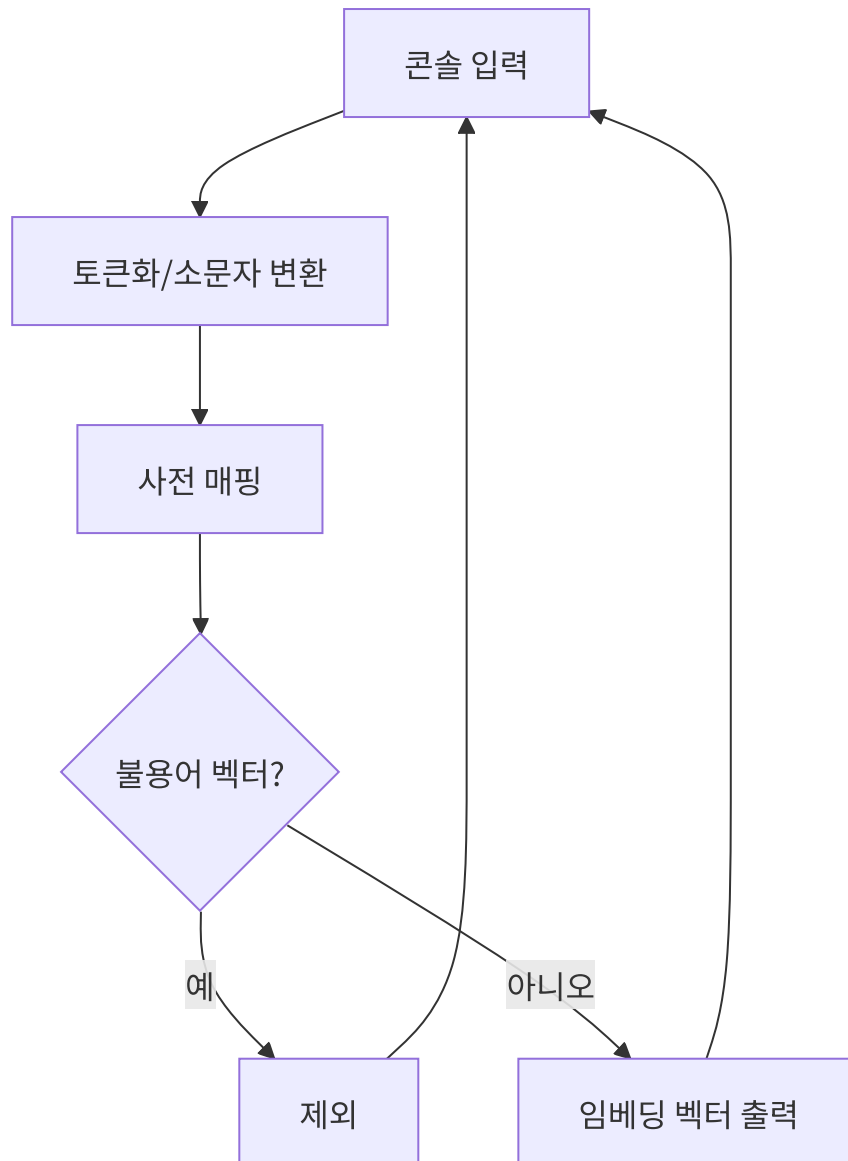
- `loadDictionary`: DICTIONARY.TXT 파일을 읽어 단어-벡터 매핑
- `main`: 입력 문장 토큰화, 소문자 변환, 사전 참조, 결과 출력
- 반복 입력/출력, 종료 없음

문항 2: 불용어(Stopword) 제거 추가

기능 요약:

- STOPWORD.TXT의 벡터 목록을 불용어로 사용
- 임베딩 벡터가 불용어에 포함되면 출력에서 제외

구성도



실행 코드 (불용어 처리 추가)

```
import java.io.*;
import java.util.*;

public class SP_TEST {
    private static final Map<String, String> dictionary = new HashMap<>();
    private static final Set<String> stopwords = new HashSet<>();

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        loadDictionary("DICTIONARY.TXT");
        loadStopwords("STOPWORD.TXT");
        Scanner scanner = new Scanner(System.in);
        while (true) {
            String line = scanner.nextLine();
            String[] tokens = line.trim().split("\\s+");
            List<String> vectors = new ArrayList<>();
            for (String token : tokens) {
```

```

        String key = token.toLowerCase();
        String vector = dictionary.get(key);
        if (vector != null && !stopwords.contains(vector)) {
            vectors.add(vector);
        }
    }
    System.out.println(String.join(" ", vectors));
}

private static void loadDictionary(String path) throws IOException {
    try (BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(path))) {
        String line;
        while ((line = br.readLine()) != null) {
            String[] parts = line.split("#");
            if (parts.length == 2) {
                dictionary.put(parts[0], parts[1]);
            }
        }
    }
}

private static void loadStopwords(String path) throws IOException {
    try (BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(path))) {
        String line;
        while ((line = br.readLine()) != null) {
            stopwords.add(line.trim());
        }
    }
}
}

```

코드 설명

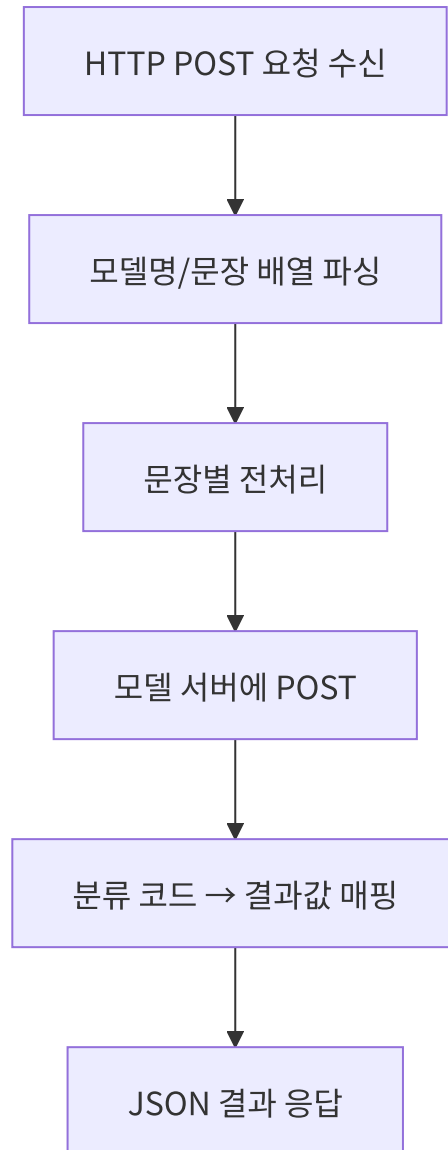
- `loadStopwords`: STOPWORD.TXT의 각 줄을 Set에 저장
- 메인 로직에서 불용어 벡터는 출력에서 제외

문항 3: Jetty 기반 HTTP 서버 + AI 모델 연동

기능 요약:

- POST 요청으로 AI 모델명/문장 배열 수신
- 각 문장 전처리(토큰화, 임베딩, 불용어 제거)
- 모델 서버에 HTTP POST로 분류 요청, 결과 코드 → 결과값 변환
- 최종 결과 JSON 응답

구성도



Jetty + Gson 활용 예시 코드

```
import com.google.gson.*;
import org.eclipse.jetty.server.Server;
import org.eclipse.jetty.servlet.ServletHandler;
import javax.servlet.http.*;
import javax.servlet.*;
import org.eclipse.jetty.client.*;
import org.eclipse.jetty.client.api.*;
import org.eclipse.jetty.client.util.*;
import org.eclipse.jetty.http.*;

import java.io.*;
import java.net.*;
import java.util.*;

public class SP_TEST {
    private static final Map<String, String> dictionary = new HashMap<>();
```

```

private static final Set<String> stopwords = new HashSet<>();
private static final List<ModelInfo> models = new ArrayList<>();

public static void main(String[] args) throws Exception {
    loadDictionary("DICTIONARY.TXT");
    loadStopwords("STOPWORD.TXT");
    loadModels("MODELS.JSON");

    Server server = new Server(8080);
    ServletHandler handler = new ServletHandler();
    handler.addServletWithMapping(MainServlet.class, "/");
    server.setHandler(handler);
    server.start();
    server.join();
}

// 모델 정보 클래스
public static class ModelInfo {
    String modelName;
    String url;
    List<ClassInfo> classes;
}
public static class ClassInfo {
    String code;
    String value;
}

// 메인 서블릿
public static class MainServlet extends HttpServlet {
    @Override
    protected void doPost(HttpServletRequest req, HttpServletResponse resp) throws
IOException {
        Gson gson = new Gson();
        JsonObject requestJson = gson.fromJson(new
InputStreamReader(req.getInputStream()), JsonObject.class);
        String modelName = requestJson.get("modelName").getAsString();
        JSONArray queries = requestJson.getAsJsonArray("queries");

        ModelInfo model = models.stream().filter(m ->
m.modelName.equals(modelName)).findFirst().orElse(null);
        if (model == null) {
            resp.setStatus(400);
            resp.getWriter().write("{\"error\":\"Model not found\"}");
            return;
        }

        List<String> results = new ArrayList<>();
        for (JsonElement queryElem : queries) {
            String query = queryElem.getAsString();
            String processed = preprocess(query);
            String code = requestModel(model.url, processed);
            String value = model.classes.stream().filter(c -> c.code.equals(code)).map(c
-> c.value).findFirst().orElse("unknown");

```



```

        results.add(value);
    }
    JsonObject responseJson = new JsonObject();
    JSONArray resArr = new JSONArray();
    for (String r : results) resArr.add(r);
    responseJson.add("results", resArr);

    resp.setContentType("application/json");
    resp.getWriter().write(gson.toJson(responseJson));
}

// 문장 전처리 (토큰화, 임베딩, 불용어 제거)
private String preprocess(String sentence) {
    String[] tokens = sentence.trim().split("\\s+");
    List<String> vectors = new ArrayList<>();
    for (String token : tokens) {
        String key = token.toLowerCase();
        String vector = dictionary.get(key);
        if (vector != null && !stopwords.contains(vector)) {
            vectors.add(vector);
        }
    }
    return String.join(" ", vectors);
}

// 모델 서버에 HTTP POST 요청 (Jetty 9 HttpClient)
private String requestModel(String url, String processed) throws Exception {
    Gson gson = new Gson(); // Gson 인스턴스
    HttpClient httpClient = new HttpClient(); // Jetty HttpClient 생성
    httpClient.start(); // HttpClient 시작

    // JSON 바디 생성
    String json = String.format("{\"query\":\"%s\"}", processed);

    // POST 요청 생성 및 전송
    ContentResponse response = httpClient.POST(url)
        .header(HttpHeader.CONTENT_TYPE, "application/json") // Content-Type 지정

        .content(new StringContentProvider(json), "application/json") // JSON 바디 설정

        .send(); // 동기 전송

    // 응답 코드 및 바디 처리
    String responseBody = response.getContentAsString();
    JsonObject res = gson.fromJson(responseBody, JsonObject.class);
    httpClient.stop(); // HttpClient 종료 (실전에서는 재사용 권장)

    return res.get("result").getAsString(); // 결과 추출
}

// 사전, 불용어, 모델 로드 메소드 (문항1-2와 동일)
private static void loadDictionary(String path) throws IOException { /* ... */ }

```

```

private static void loadStopwords(String path) throws IOException { /* ... */ }
private static void loadModels(String path) throws IOException {
    Gson gson = new Gson();
    try (Reader reader = new FileReader(path)) {
        JsonObject obj = gson.fromJson(reader, JsonObject.class);
        JSONArray arr = obj.getAsJSONArray("models");
        for (JsonElement e : arr) {
            models.add(gson.fromJson(e, ModelInfo.class));
        }
    }
}
}

```

코드 설명

- Jetty 내장 서버로 HTTP POST 요청 수신
- Gson으로 JSON 파싱 및 응답
- 모델 정보, 분류 코드-값 매핑
- 각 문장 전처리 후 모델 서버에 POST, 결과 코드 변환
- 예외 및 오류 처리
- 모든 클래스/메소드/변수에 주석 필수

공통 유틸

Stream

Java Stream API는 Java 8부터 도입된 기능으로, 컬렉션(List, Set 등)이나 배열에 저장된 데이터를 함수형 스타일로 효율적이고 간결하게 처리할 수 있게 해줍니다. 데이터를 반복, 필터링, 매핑, 집계 등 다양한 연산을 손쉽게 수행할 수 있습니다.

Stream의 주요 특징

- **함수형 프로그래밍 지원**: 람다(Lambda)와 함께 사용하여 코드가 간결해짐
- **내부 반복(Internal Iteration)**: for-each 대신 내부적으로 반복 처리
- **불변성**: 원본 데이터 변경 없이 새로운 결과 생성
- **지연 연산(Lazy Evaluation)**: 최종 연산이 실행될 때 실제로 처리됨
- **병렬 처리 지원**: parallelStream()으로 손쉽게 병렬 연산 가능

Stream 기본 구조

```

컬렉션.stream()
    .중간연산1()
    .중간연산2()
    ...
    .최종연산();

```

- **중간연산**: filter, map, sorted 등 (Stream 반환)

- **최종연산**: `forEach`, `collect`, `count` 등 (Stream 종료)

주요 연산별 사용법 및 예제

1) 생성 (Stream 생성)

방법	예시 코드
리스트에서	<code>list.stream()</code>
배열에서	<code>Arrays.stream(arr)</code>
값 직접 지정	<code>Stream.of(1, 2, 3)</code>

```
List<String> names = Arrays.asList("Tom", "Jerry", "Anna");
Stream<String> stream = names.stream();
```

2) 중간 연산

- **filter**: 조건에 맞는 요소만 추출
- **map**: 각 요소를 변환
- **sorted**: 정렬
- **distinct**: 중복 제거
- **limit, skip**: 일부만 선택

```
List<String> names = Arrays.asList("Tom", "Jerry", "Anna", "Tom");
List<String> result = names.stream()
    .filter(name -> name.length() > 3) // 길이 3 초과만
    .map(String::toUpperCase)          // 대문자 변환
    .distinct()                         // 중복 제거
    .sorted()                           // 정렬
    .collect(Collectors.toList());      // 리스트로 수집
System.out.println(result);
```

출력: [JERRY, ANNA]

3) 최종 연산

- **collect**: 결과를 컬렉션 등으로 수집
- **forEach**: 각 요소에 작업 수행
- **count**: 요소 개수 반환
- **anyMatch, allMatch, noneMatch**: 조건 일치 여부 확인
- **reduce**: 누적 집계(합계, 곱 등)

```
List<Integer> numbers = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5);
int sum = numbers.stream().reduce(0, Integer::sum); // 합계
System.out.println(sum); // 15
```

예제 1

문자열 리스트에서 조건에 맞는 요소 추출 및 가공

```
import java.util.*;
import java.util.stream.*;

public class StreamExample {
    public static void main(String[] args) {
        List<String> names = Arrays.asList("Tom", "Jerry", "Anna", "Tom", "Mike");

        // 4글자 이상인 이름을 대문자로 변환, 중복 제거, 정렬 후 리스트로 반환
        List<String> result = names.stream()
            .filter(name -> name.length() >= 4)
            .map(String::toUpperCase)
            .distinct()
            .sorted()
            .collect(Collectors.toList());

        System.out.println(result); // [ANNA, JERRY, MIKE]
    }
}
```

예제 2

숫자 리스트에서 짝수만 제공하여 합계 구하기

```
import java.util.*;
import java.util.stream.*;

public class StreamNumberExample {
    public static void main(String[] args) {
        List<Integer> numbers = Arrays.asList(1, 2, 3, 4, 5, 6);

        int sumOfSquares = numbers.stream()
            .filter(n -> n % 2 == 0) // 짝수만
            .map(n -> n * n) // 제곱
            .reduce(0, Integer::sum); // 합계

        System.out.println(sumOfSquares); // 56 (2*2 + 4*4 + 6*6)
    }
}
```

병렬 스트림(Parallel Stream)

대용량 데이터 처리 시 병렬로 작업할 수 있습니다.

```
List<Integer> numbers = Arrays.asList(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10);
long count = numbers.parallelStream()
    .filter(n -> n % 2 == 0)
    .count();
System.out.println(count); // 5
```

String

length() - 문자열 길이 반환

문자열의 길이를 반환합니다.

java

```
public class StringLengthExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Hello world";
        System.out.println("문자열 길이: " + str.length()); // 출력: 11

        String empty = "";
        System.out.println("빈 문자열 길이: " + empty.length()); // 출력: 0
    }
}
```

charAt(int index) - 특정 위치의 문자 반환

지정된 인덱스 위치의 문자를 반환합니다.

java

```
public class CharAtExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Java Programming";

        System.out.println("첫 번째 문자: " + str.charAt(0)); // 출력: J
        System.out.println("다섯 번째 문자: " + str.charAt(4)); // 출력: (공백)

        // 마지막 문자 접근
        System.out.println("마지막 문자: " + str.charAt(str.length() - 1)); // 출력: g
    }
}
```

substring() - 부분 문자열 추출

문자열의 일부를 추출합니다.

java

```

public class SubstringExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Hello World Java";

        // 시작 인덱스부터 끝까지
        System.out.println(str.substring(6)); // 출력: World Java

        // 시작 인덱스부터 끝 인덱스 전까지
        System.out.println(str.substring(0, 5)); // 출력: Hello
        System.out.println(str.substring(6, 11)); // 출력: World
    }
}

```

indexOf() / lastIndexOf() - 문자열 검색

특정 문자나 문자열의 위치를 찾습니다.

java

```

public class IndexOfExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Java is great, Java is powerful";

        // 첫 번째 발생 위치
        System.out.println("Java의 첫 번째 위치: " + str.indexOf("Java")); // 출력: 0
        System.out.println("is의 첫 번째 위치: " + str.indexOf("is")); // 출력: 5

        // 마지막 발생 위치
        System.out.println("Java의 마지막 위치: " + str.lastIndexOf("Java")); // 출력: 15

        // 없는 문자열 검색
        System.out.println("Python 위치: " + str.indexOf("Python")); // 출력: -1
    }
}

```

contains() - 문자열 포함 여부 확인

문자열이 특정 문자열을 포함하는지 확인합니다.

java

```

public class ContainsExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Java Programming Language";

        System.out.println("Java 포함: " + str.contains("Java")); // 출력: true
        System.out.println("Python 포함: " + str.contains("Python")); // 출력: false
        System.out.println("Program 포함: " + str.contains("Program")); // 출력: true
    }
}

```

startsWith() / endsWith() - 시작/끝 문자열 확인

문자열이 특정 문자열로 시작하거나 끝나는지 확인합니다.

java

```
public class StartsWithExample {
    public static void main(String[] args) {
        String filename = "document.pdf";
        String url = "https://www.example.com";

        System.out.println("PDF 파일인가: " + filename.endsWith(".pdf")); // 출력: true
        System.out.println("HTTPS 프로토콜인가: " + url.startsWith("https")); // 출력: true
        System.out.println("DOC 파일인가: " + filename.endsWith(".doc")); // 출력: false
    }
}
```

toUpperCase() / toLowerCase() - 대소문자 변환

문자열을 대문자 또는 소문자로 변환합니다.

java

```
public class CaseConversionExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Hello world";

        System.out.println("대문자: " + str.toUpperCase()); // 출력: HELLO WORLD
        System.out.println("소문자: " + str.toLowerCase()); // 출력: hello world

        // 원본 문자열은 변경되지 않음
        System.out.println("원본: " + str); // 출력: Hello world
    }
}
```

trim() - 공백 제거

문자열 양 끝의 공백을 제거합니다.

java

```
public class TrimExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = " Hello world ";

        System.out.println("원본: '" + str + "'"); // 출력: ' Hello world '
        System.out.println("trim 후: '" + str.trim() + "'"); // 출력: 'Hello world'

        // 중간 공백은 제거되지 않음
        String str2 = " Hello  world ";
        System.out.println("trim 후: '" + str2.trim() + "'"); // 출력: 'Hello  world'
    }
}
```

replace() / replaceAll() - 문자열 치환

문자열을 다른 문자열로 치환합니다.

java

```
public class ReplaceExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "Hello world Java world";

        // 모든 발생 치환
        System.out.println(str.replace("world", "Universe"));
        // 출력: Hello Universe Java Universe

        // 정규식을 사용한 치환
        String text = "Java123Python456";
        System.out.println(text.replaceAll("\\d+", "-")); // 출력: Java-Python-

        // 첫 번째 발생만 치환
        System.out.println(str.replaceFirst("world", "Universe"));
        // 출력: Hello Universe Java world
    }
}
```

split() - 문자열 분리

구분자를 기준으로 문자열을 배열로 분리합니다.

java

```
public class SplitExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str = "apple,banana,orange";
        String[] fruits = str.split(",");

        for (String fruit : fruits) {
            System.out.println(fruit); // apple, banana, orange 순서대로 출력
        }

        // 정규식을 사용한 분리
        String text = "Java123Python456C++";
        String[] languages = text.split("\\d+");

        for (String lang : languages) {
            System.out.println(lang); // Java, Python, C++ 순서대로 출력
        }
    }
}
```


equals() / equalsIgnoreCase() - 문자열 비교

문자열을 비교합니다.

```
public class EqualsExample {
    public static void main(String[] args) {
        String str1 = "Hello";
        String str2 = "Hello";
        String str3 = "hello";
        String str4 = new String("Hello");

        // 대소문자 구분 비교
        System.out.println(str1.equals(str2)); // 출력: true
        System.out.println(str1.equals(str3)); // 출력: false
        System.out.println(str1.equals(str4)); // 출력: true

        // 대소문자 무시 비교
        System.out.println(str1.equalsIgnoreCase(str3)); // 출력: true

        // == 연산자와의 차이
        System.out.println(str1 == str2); // 출력: true (문자열 리터럴)
        System.out.println(str1 == str4); // 출력: false (다른 객체)
    }
}
```

isEmpty() / isBlank() - 빈 문자열 확인

문자열이 비어있는지 확인합니다.

```
public class EmptyBlankExample {
    public static void main(String[] args) {
        String empty = "";
        String spaces = " ";
        String text = "Hello";

        // isEmpty() - 길이가 0인지 확인
        System.out.println("empty.isEmpty(): " + empty.isEmpty()); // 출력: true
        System.out.println("spaces.isEmpty(): " + spaces.isEmpty()); // 출력: false
        System.out.println("text.isEmpty(): " + text.isEmpty()); // 출력: false

        // isBlank() - 공백만 있거나 빈 문자열인지 확인 (Java 11+)
        System.out.println("empty.isBlank(): " + empty.isBlank()); // 출력: true
        System.out.println("spaces.isBlank(): " + spaces.isBlank()); // 출력: true
        System.out.println("text.isBlank(): " + text.isBlank()); // 출력: false
    }
}
```

valueOf() - 다른 타입을 문자열로 변환

다양한 타입의 값을 문자열로 변환합니다.

```
public class ValueOfExample {
    public static void main(String[] args) {
        int number = 123;
        boolean flag = true;
        double decimal = 3.14;
        char character = 'A';

        System.out.println("숫자: " + String.valueOf(number)); // 출력: 123
        System.out.println("불린: " + String.valueOf(flag)); // 출력: true
        System.out.println("실수: " + String.valueOf(decimal)); // 출력: 3.14
        System.out.println("문자: " + String.valueOf(character)); // 출력: A

        // null 안전성
        String nullStr = null;
        System.out.println("null: " + String.valueOf(nullStr)); // 출력: null
    }
}
```

format() - 문자열 포매팅

형식화된 문자열을 생성합니다.

기본 사용법

```
String result = String.format("이름: %s, 나이: %d", "홍길동", 25);
System.out.println(result); // 출력: 이름: 홍길동, 나이: 25
```

- `%s`: 문자열
- `%d`: 정수
- `%f`: 실수(소수점)
- `%n`: 줄바꿈(플랫폼 독립)

주요 포맷 지정자

포맷 지정자	설명	예시 값	결과 예시
<code>%s</code>	문자열	"Java"	Java
<code>%d</code>	10진수 정수	123	123
<code>%f</code>	실수(기본 소수 6)	3.14	3.140000
<code>%c</code>	문자	'A'	A
<code>%b</code>	boolean	true	true
<code>%x</code>	16진수	255	ff

포맷 지정자	설명	예시 값	결과 예시
<code>%o</code>	8진수	8	10
<code>%%</code>	% 자체 출력	-	%

자리수, 정렬, 소수점 지정

```
// 최소 10자리, 오른쪽 정렬
System.out.println(String.format("%10s", "Java")); // "        Java"

// 최소 10자리, 왼쪽 정렬
System.out.println(String.format("%-10s", "Java")); // "Java        "

// 소수점 둘째 자리까지(반올림)
System.out.println(String.format("%.2f", 3.14159)); // "3.14"

// 0으로 자리수 채우기
System.out.println(String.format("%04d", 7)); // "0007"
```

여러 값 포매팅

```
String name = "Anna";
int age = 20;
double score = 95.1234;

String info = String.format("이름: %s, 나이: %d, 점수: %.1f", name, age, score);
System.out.println(info); // "이름: Anna, 나이: 20, 점수: 95.1"
```

날짜 및 시간 포매팅

```
import java.util.Date;

Date now = new Date();
String dateStr = String.format("%tF %tT", now, now); // "2025-07-14 11:22:00"
System.out.println(dateStr);
```

포맷	설명	예시 결과
<code>%tF</code>	yyyy-MM-dd	2025-07-14
<code>%tT</code>	HH:mm:ss	11:22:00
<code>%tY</code>	연도(4자리)	2025
<code>%tm</code>	월(2자리)	07
<code>%td</code>	일(2자리)	14

예제

예시 코드	결과
<code>String.format("%s님 환영합니다!", "홍길동")</code>	홍길동님 환영합니다!
<code>String.format("%,d", 10000)</code>	10,000
<code>String.format("%.2f", 3.14)</code>	" 3.14"
<code>String.format("%-10s", "Hello")</code>	"Hello "
<code>String.format("0x%X", 255)</code>	0xFF

join() - 문자열 결합

배열이나 컬렉션의 요소들을 구분자로 연결합니다.

```
import java.util.Arrays;
import java.util.List;

public class JoinExample {
    public static void main(String[] args) {
        // 배열 결합
        String[] words = {"Java", "is", "awesome"};
        String sentence = String.join(" ", words);
        System.out.println(sentence); // 출력: Java is awesome

        // 리스트 결합
        List<String> fruits = Arrays.asList("apple", "banana", "orange");
        String fruitList = String.join(", ", fruits);
        System.out.println(fruitList); // 출력: apple, banana, orange

        // 다양한 구분자
        String hyphenated = String.join("-", "2024", "01", "01");
        System.out.println(hyphenated); // 출력: 2024-01-01
    }
}
```

Date/Time

날짜 유틸리티

```
import java.time.*;
import java.time.format.DateTimeFormatter;
import java.time.temporal.ChronoUnit;
import java.time.temporal.TemporalAdjusters;

public class DateUtils {
```

```

    private static final DateTimeFormatter DEFAULT_FORMATTER =
DateTimeFormatter.ofPattern("yyyy-MM-dd");
    private static final DateTimeFormatter DATETIME_FORMATTER =
DateTimeFormatter.ofPattern("yyyy-MM-dd HH:mm:ss");

    /**
     * 현재 날짜를 문자열로 반환
     */
    public static String getCurrentDateString() {
        return LocalDate.now().format(DEFAULT_FORMATTER);
    }

    /**
     * 현재 날짜시간을 문자열로 반환
     */
    public static String getCurrentDateTimeString() {
        return LocalDateTime.now().format(DATETIME_FORMATTER);
    }

    /**
     * 두 날짜 사이의 일수 계산
     */
    public static long getDaysBetween(LocalDate startDate, LocalDate endDate) {
        return ChronoUnit.DAYS.between(startDate, endDate);
    }

    /**
     * 나이 계산
     */
    public static int calculateAge(LocalDate birthDate) {
        return Period.between(birthDate, LocalDate.now()).getYears();
    }

    /**
     * 해당 월의 첫 번째 날
     */
    public static LocalDate getFirstDayOfMonth(LocalDate date) {
        return date.with(TemporalAdjusters.firstDayOfMonth());
    }

    /**
     * 해당 월의 마지막 날
     */
    public static LocalDate getLastDayOfMonth(LocalDate date) {
        return date.with(TemporalAdjusters.lastDayOfMonth());
    }

    /**
     * 다음 월요일 찾기
     */
    public static LocalDate getNextMonday(LocalDate date) {
        return date.with(TemporalAdjusters.next(DayOfWeek.MONDAY));
    }

```

```

/**
 * 평일인지 확인
 */
public static boolean isweekday(LocalDate date) {
    DayOfWeek dayOfWeek = date.getDayOfWeek();
    return dayOfWeek != DayOfWeek.SATURDAY && dayOfWeek != DayOfWeek.SUNDAY;
}

/**
 * 업무일 추가 (주말 제외)
 */
public static LocalDate addBusinessDays(LocalDate date, int days) {
    LocalDate result = date;
    int addedDays = 0;

    while (addedDays < days) {
        result = result.plusDays(1);
        if (isweekday(result)) {
            addedDays++;
        }
    }

    return result;
}

/**
 * 타임스탬프 생성
 */
public static long getCurrentTimestamp() {
    return Instant.now().getEpochSecond();
}

/**
 * 타임스탬프를 날짜로 변환
 */
public static LocalDateTime timestampToLocalDateTime(long timestamp) {
    return LocalDateTime.ofInstant(Instant.ofEpochSecond(timestamp),
ZoneId.systemDefault());
}

// 테스트 메서드
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("현재 날짜: " + getCurrentDateString());
    System.out.println("현재 날짜시간: " + getCurrentDateTimeString());

    LocalDate today = LocalDate.now();
    LocalDate birthday = LocalDate.of(1990, 5, 15);

    System.out.println("나이: " + calculateAge(birthday) + "세");
    System.out.println("이번 달 첫날: " + getFirstDayOfMonth(today));
    System.out.println("이번 달 마지막날: " + getLastDayOfMonth(today));
    System.out.println("다음 월요일: " + getNextMonday(today));
}

```

```

        System.out.println("오늘은 평일인가? " + isweekday(today));
        System.out.println("5 업무일 후: " + addBusinessDays(today, 5));

        long timestamp = getCurrentTimestamp();
        System.out.println("현재 타임스탬프: " + timestamp);
        System.out.println("타임스탬프를 날짜로: " + timestampToLocalDateTime(timestamp));
    }
}

```

날짜 범위 유틸리티

```

import java.time.LocalDate;
import java.time.format.DateTimeFormatter;
import java.time.format.DateTimeParseException;

public class DateValidationExample {

    private static final DateTimeFormatter FORMATTER = DateTimeFormatter.ofPattern("yyyy-MM-dd");

    /**
     * 날짜 문자열 유효성 검증
     */
    public static boolean isValidDate(String dateString) {
        try {
            LocalDate.parse(dateString, FORMATTER);
            return true;
        } catch (DateTimeParseException e) {
            return false;
        }
    }

    /**
     * 날짜가 특정 범위 내에 있는지 검증
     */
    public static boolean isDateInRange(LocalDate date, LocalDate startDate, LocalDate endDate) {
        return !date.isBefore(startDate) && !date.isAfter(endDate);
    }

    /**
     * 미래 날짜인지 확인
     */
    public static boolean isFutureDate(LocalDate date) {
        return date.isAfter(LocalDate.now());
    }

    /**
     * 과거 날짜인지 확인
     */
    public static boolean isPastDate(LocalDate date) {
        return date.isBefore(LocalDate.now());
    }
}

```

```

}

/**
 * 18세 이상인지 확인
 */
public static boolean isAdult(LocalDate birthDate) {
    return calculateAge(birthDate) >= 18;
}

private static int calculateAge(LocalDate birthDate) {
    return LocalDate.now().getYear() - birthDate.getYear();
}

public static void main(String[] args) {
    // 날짜 유효성 검증 테스트
    String[] testDates = {"2024-02-29", "2024-13-01", "2024-02-30", "2024-12-25"};

    for (String dateString : testDates) {
        System.out.println(dateString + " 유효한가? " + isValidDate(dateString));
    }

    // 날짜 범위 검증
    LocalDate testDate = LocalDate.of(2024, 6, 15);
    LocalDate startDate = LocalDate.of(2024, 1, 1);
    LocalDate endDate = LocalDate.of(2024, 12, 31);

    System.out.println("날짜 범위 내에 있는가? " + isDateInRange(testDate, startDate,
endDate));

    // 미래/과거 날짜 검증
    LocalDate futureDate = LocalDate.now().plusDays(30);
    LocalDate pastDate = LocalDate.now().minusDays(30);

    System.out.println("미래 날짜인가? " + isFutureDate(futureDate));
    System.out.println("과거 날짜인가? " + isPastDate(pastDate));

    // 성인 여부 확인
    LocalDate adultBirthDate = LocalDate.of(1990, 1, 1);
    LocalDate minorBirthDate = LocalDate.of(2010, 1, 1);

    System.out.println("성인인가? " + isAdult(adultBirthDate));
    System.out.println("미성년자인가? " + !isAdult(minorBirthDate));
}
}

```

날짜 변환 유틸리티

```

import java.time.*;
import java.time.format.DateTimeFormatter;
import java.util.Date;

public class DateConversionUtils {

```



```

/**
 * LocalDate를 Date로 변환
 */
public static Date localDateToDate(LocalDate localDate) {
    return Date.from(localDate.atStartOfDay(ZoneId.systemDefault()).toInstant());
}

/**
 * Date를 LocalDate로 변환
 */
public static LocalDate dateToLocalDate(Date date) {
    return date.toInstant().atZone(ZoneId.systemDefault()).toLocalDate();
}

/**
 * LocalDateTime을 Date로 변환
 */
public static Date localDateTimeToDate(LocalDateTime localDateTime) {
    return Date.from(localDateTime.atZone(ZoneId.systemDefault()).toInstant());
}

/**
 * Date를 LocalDateTime으로 변환
 */
public static LocalDateTime dateToLocalDateTime(Date date) {
    return date.toInstant().atZone(ZoneId.systemDefault()).toLocalDateTime();
}

/**
 * LocalDateTime을 Timestamp로 변환
 */
public static long localDateTimeToTimestamp(LocalDateTime localDateTime) {
    return localDateTime.atZone(ZoneId.systemDefault()).toInstant().getEpochSecond();
}

/**
 * Timestamp를 LocalDateTime으로 변환
 */
public static LocalDateTime timestampToLocalDateTime(long timestamp) {
    return LocalDateTime.ofInstant(Instant.ofEpochSecond(timestamp),
ZoneId.systemDefault());
}

/**
 * 문자열을 LocalDate로 변환 (여러 포맷 지원)
 */
public static LocalDate parseDate(String dateString) {
    DateTimeFormatter[] formatters = {
        DateTimeFormatter.ofPattern("yyyy-MM-dd"),
        DateTimeFormatter.ofPattern("yyyy/MM/dd"),
        DateTimeFormatter.ofPattern("dd-MM-yyyy"),
        DateTimeFormatter.ofPattern("dd/MM/yyyy"),
    };
}

```

```

        DateTimeFormatter.ofPattern("MM/dd/yyyy")
    };

    for (DateTimeFormatter formatter : formatters) {
        try {
            return LocalDate.parse(dateString, formatter);
        } catch (Exception e) {
            // 다음 포맷터 시도
        }
    }

    throw new IllegalArgumentException("지원되지 않는 날짜 형식: " + dateString);
}

/**
 * LocalDate를 다양한 형식의 문자열로 변환
 */
public static String formatDate(LocalDate date, String pattern) {
    return date.format(DateTimeFormatter.ofPattern(pattern));
}

public static void main(String[] args) {
    // 변환 테스트
    LocalDate localDate = LocalDate.of(2024, 12, 25);
    LocalDateTime localDateTime = LocalDateTime.of(2024, 12, 25, 14, 30, 45);

    // LocalDate <-> Date
    Date dateFromLocal = localDateToDate(localDate);
    LocalDate localFromDate = dateToLocalDate(dateFromLocal);

    System.out.println("LocalDate -> Date: " + dateFromLocal);
    System.out.println("Date -> LocalDate: " + localFromDate);

    // LocalDateTime <-> Date
    Date dateFromDateTime = localDateTimeToDate(localDateTime);
    LocalDateTime dateTimeFromDate = dateToLocalDateTime(dateFromDateTime);

    System.out.println("LocalDateTime -> Date: " + dateFromDateTime);
    System.out.println("Date -> LocalDateTime: " + dateTimeFromDate);

    // Timestamp 변환
    long timestamp = localDateTimeToTimestamp(localDateTime);
    LocalDateTime dateTimeFromTimestamp = timestampToLocalDateTime(timestamp);

    System.out.println("LocalDateTime -> Timestamp: " + timestamp);
    System.out.println("Timestamp -> LocalDateTime: " + dateTimeFromTimestamp);

    // 문자열 파싱 테스트
    String[] testDates = {"2024-12-25", "2024/12/25", "25-12-2024", "25/12/2024"};

    for (String dateString : testDates) {
        try {
            LocalDate parsed = parseDate(dateString);

```

```

        System.out.println("파싱된 날짜 (" + dateString + "): " + parsed);
    } catch (Exception e) {
        System.out.println("파싱 실패: " + dateString);
    }
}

// 포매팅 테스트
String[] patterns = {
    "yyyy-MM-dd",
    "yyyy년 MM월 dd일",
    "MMM dd, yyyy",
    "E, MMM dd yyyy"
};

for (String pattern : patterns) {
    System.out.println("포맷 (" + pattern + "): " + formatDate(localDate, pattern));
}
}
}

```

달력 유틸리티

```

import java.time.*;
import java.time.temporal.TemporalAdjusters;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;

public class CalendarUtils {

    /**
     * 특정 월의 모든 날짜를 반환
     */
    public static List<LocalDate> getDatesInMonth(int year, int month) {
        List<LocalDate> dates = new ArrayList<>();
        LocalDate firstDay = LocalDate.of(year, month, 1);
        LocalDate lastDay = firstDay.with(TemporalAdjusters.lastDayOfMonth());

        LocalDate current = firstDay;
        while (!current.isAfter(lastDay)) {
            dates.add(current);
            current = current.plusDays(1);
        }

        return dates;
    }

    /**
     * 특정 월의 평일만 반환
     */
    public static List<LocalDate> getWeekdaysInMonth(int year, int month) {
        return getDatesInMonth(year, month).stream()
            .filter(date -> date.getDayOfWeek() != DayOfWeek.SATURDAY &&

```

```

        date.getDayOfWeek() != DayOfWeek.SUNDAY)
        .collect(ArrayList::new, (list, item) -> list.add(item), (list1, list2) ->
list1.addAll(list2));
    }

    /**
     * 특정 월의 주말만 반환
     */
    public static List<LocalDate> getWeekendsInMonth(int year, int month) {
        return getDatesInMonth(year, month).stream()
            .filter(date -> date.getDayOfWeek() == DayOfWeek.SATURDAY ||
                date.getDayOfWeek() == DayOfWeek.SUNDAY)
            .collect(ArrayList::new, (list, item) -> list.add(item), (list1, list2) ->
list1.addAll(list2));
    }

    /**
     * 특정 월의 특정 요일들을 반환
     */
    public static List<LocalDate> getSpecificDayOfWeekInMonth(int year, int month, DayOfWeek
dayOfWeek) {
        return getDatesInMonth(year, month).stream()
            .filter(date -> date.getDayOfWeek() == dayOfWeek)
            .collect(ArrayList::new, (list, item) -> list.add(item), (list1, list2) ->
list1.addAll(list2));
    }

    /**
     * 분기별 첫 번째 날과 마지막 날 반환
     */
    public static LocalDate[] getQuarterRange(int year, int quarter) {
        if (quarter < 1 || quarter > 4) {
            throw new IllegalArgumentException("분기는 1-4 사이여야 합니다.");
        }

        int startMonth = (quarter - 1) * 3 + 1;
        LocalDate startDate = LocalDate.of(year, startMonth, 1);
        LocalDate endDate =
startDate.plusMonths(2).with(TemporalAdjusters.lastDayOfMonth());

        return new LocalDate[]{startDate, endDate};
    }

    /**
     * 해당 연도의 모든 월 이름 반환
     */
    public static List<String> getMonthNames() {
        List<String> months = new ArrayList<>();
        for (Month month : Month.values()) {
            months.add(month.toString());
        }
        return months;
    }
}

```

```

/**
 * 윤년 여부 확인
 */
public static boolean isLeapYear(int year) {
    return Year.isLeap(year);
}

/**
 * 특정 년도의 총 일수 반환
 */
public static int getDaysInYear(int year) {
    return Year.of(year).length();
}

public static void main(String[] args) {
    int year = 2024;
    int month = 12;

    // 해당 월의 모든 날짜
    List<LocalDate> allDates = getDatesInMonth(year, month);
    System.out.println(year + "년 " + month + "월의 총 일수: " + allDates.size());

    // 평일과 주말 개수
    List<LocalDate> weekdays = getWeekdaysInMonth(year, month);
    List<LocalDate> weekends = getWeekendsInMonth(year, month);

    System.out.println("평일 개수: " + weekdays.size());
    System.out.println("주말 개수: " + weekends.size());

    // 특정 요일들
    List<LocalDate> mondays = getSpecificDayOfWeekInMonth(year, month,
DayOfWeek.MONDAY);
    System.out.println("월요일들: " + mondays);

    // 분기별 범위
    for (int quarter = 1; quarter <= 4; quarter++) {
        LocalDate[] range = getQuarterRange(year, quarter);
        System.out.println(quarter + "분기: " + range[0] + " ~ " + range[1]);
    }

    // 월 이름들
    System.out.println("월 이름들: " + getMonthNames());

    // 윤년 여부
    System.out.println(year + "년은 윤년인가? " + isLeapYear(year));
    System.out.println(year + "년의 총 일수: " + getDaysInYear(year));
}
}

```

시간 측정 및 성능 유틸리티

```
import java.time.*;
import java.time.format.DateTimeFormatter;
import java.util.concurrent.TimeUnit;

public class TimePerformanceUtils {

    private static final DateTimeFormatter TIMESTAMP_FORMATTER =
        DateTimeFormatter.ofPattern("yyyy-MM-dd HH:mm:ss.SSS");

    /**
     * 실행 시간 측정 클래스
     */
    public static class Stopwatch {
        private Instant startTime;
        private Instant endTime;
        private boolean running = false;

        public void start() {
            this.startTime = Instant.now();
            this.running = true;
        }

        public void stop() {
            this.endTime = Instant.now();
            this.running = false;
        }

        public long getElapsedTimeMillis() {
            if (running) {
                return Duration.between(startTime, Instant.now()).toMillis();
            }
            return Duration.between(startTime, endTime).toMillis();
        }

        public long getElapsedTimeSeconds() {
            if (running) {
                return Duration.between(startTime, Instant.now()).getSeconds();
            }
            return Duration.between(startTime, endTime).getSeconds();
        }

        public Duration getElapsedTime() {
            if (running) {
                return Duration.between(startTime, Instant.now());
            }
            return Duration.between(startTime, endTime);
        }

        public String getFormattedElapsedTime() {
            Duration elapsed = getElapsedTime();
            long hours = elapsed.toHours();
```

```

        long minutes = elapsed.toMinutes() % 60;
        long seconds = elapsed.getSeconds() % 60;
        long millis = elapsed.toMillis() % 1000;

        return String.format("%02d:%02d:%02d.%03d", hours, minutes, seconds, millis);
    }

    public boolean isRunning() {
        return running;
    }
}

/**
 * 메서드 실행 시간 측정
 */
public static <T> T measureExecutionTime(String operationName,
java.util.function.Supplier<T> operation) {
    Stopwatch stopwatch = new Stopwatch();
    stopwatch.start();

    try {
        T result = operation.get();
        stopwatch.stop();
        System.out.println(operationName + " 실행 시간: " +
stopwatch.getFormattedElapsedTime());
        return result;
    } catch (Exception e) {
        stopwatch.stop();
        System.out.println(operationName + " 실행 중 오류 발생. 소요 시간: " +
stopwatch.getFormattedElapsedTime());
        throw e;
    }
}

/**
 * 현재 시간을 포맷된 문자열로 반환
 */
public static String getCurrentTimestamp() {
    return LocalDateTime.now().format(TIMESTAMP_FORMATTER);
}

/**
 * 시간 단위 변환
 */
public static long convertTime(long time, TimeUnit fromUnit, TimeUnit toUnit) {
    return toUnit.convert(time, fromUnit);
}

/**
 * 두 시간 사이의 차이를 다양한 단위로 반환
 */
public static void printTimeDifference(Instant start, Instant end) {
    Duration duration = Duration.between(start, end);

```

```

        System.out.println("시간 차이:");
        System.out.println("  밀리초: " + duration.toMillis());
        System.out.println("  초: " + duration.getSeconds());
        System.out.println("  분: " + duration.toMinutes());
        System.out.println("  시간: " + duration.toHours());
        System.out.println("  일: " + duration.toDays());
    }

    /**
     * 시스템 시간과 UTC 시간 비교
     */
    public static void comparesSystemAndUTCTime() {
        LocalDateTime systemTime = LocalDateTime.now();
        LocalDateTime utcTime = LocalDateTime.now(ZoneId.of("UTC"));

        System.out.println("시스템 시간: " + systemTime.format(TIMESTAMP_FORMATTER));
        System.out.println("UTC 시간: " + utcTime.format(TIMESTAMP_FORMATTER));

        Duration difference = Duration.between(utcTime, systemTime);
        System.out.println("시차: " + difference.toHours() + "시간");
    }

    public static void main(String[] args) {
        // Stopwatch 테스트
        Stopwatch stopwatch = new Stopwatch();
        stopwatch.start();

        // 시뮬레이션된 작업
        try {
            Thread.sleep(1500); // 1.5초 대기
        } catch (InterruptedException e) {
            Thread.currentThread().interrupt();
        }

        stopwatch.stop();
        System.out.println("작업 완료 시간: " + stopwatch.getFormattedElapsedTime());

        // 메서드 실행 시간 측정
        String result = measureExecutionTime("문자열 처리", () -> {
            StringBuilder sb = new StringBuilder();
            for (int i = 0; i < 100000; i++) {
                sb.append("test");
            }
            return sb.toString();
        });

        System.out.println("처리된 문자열 길이: " + result.length());

        // 현재 타임스탬프
        System.out.println("현재 타임스탬프: " + getCurrentTimestamp());

        // 시간 단위 변환
    }

```



```

    long millis = 5000;
    System.out.println(millis + "ms = " + convertTime(millis, TimeUnit.MILLISECONDS,
TimeUnit.SECONDS) + "초");

    // 시간 차이 계산
    Instant start = Instant.now().minusSeconds(3600); // 1시간 전
    Instant end = Instant.now();
    printTimeDifference(start, end);

    // 시스템 시간과 UTC 시간 비교
    compareSystemAndUTCTime();
}
}

```

File I/O

File 읽기

Java에서 파일을 읽고, 특정 구분자(Delimiter)로 데이터를 분리해 Key/Value 형태로 가공하는 방법을 단계별로 안내합니다.

아래는 `#` 구분자로 구성된 파일을 읽어 HashMap에 Key/Value로 저장하는 예시입니다.

```

import java.io.*;
import java.util.*;

public class FileToMapExample {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        String filePath = "sample.txt"; // 읽을 파일 경로
        String delimiter = "#";          // 구분자(Delimiter) 지정
        Map<String, String> map = new HashMap<>(); // 결과 저장용 Map

        // 파일을 한 줄씩 읽기
        try (BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(filePath))) {
            String line;
            while ((line = br.readLine()) != null) { // 한 줄씩 읽음
                String[] parts = line.split(delimiter); // 구분자로 분리
                if (parts.length == 2) { // Key/Value 쌍일 때만 저장
                    String key = parts[0].trim(); // 앞부분: Key
                    String value = parts[1].trim(); // 뒷부분: Value
                    map.put(key, value); // Map에 저장
                }
            }
        }

        // 결과 확인: Map 전체 출력
        for (Map.Entry<String, String> entry : map.entrySet()) {
            System.out.println(entry.getKey() + " => " + entry.getValue());
        }
    }
}

```

주요 코드 설명

구분	설명
파일 읽기	<code>BufferedReader</code> 로 파일을 한 줄씩 읽음
분리	<code>split(delimiter)</code> 로 구분자 기준 분리
Key/Value	분리된 배열의 0번째, 1번째를 각각 Key, Value로 사용
Map 저장	<code>map.put(key, value)</code> 로 저장
예외 처리	<code>try-with-resources</code> 로 파일 자동 닫힘, 파일 미존재 등 처리

다양한 Delemeter 사용 예시

구분자	split 예시 코드
coma(,)	<code>line.split(",")</code>
탭(\t)	<code>line.split("\t")</code>
세미콜론;	<code>line.split(";")</code>
파이프()	<code>line.split(" ")</code>
복수 구분자	<code>line.split("[# ; ,
"])</code>

확장 예시: Value가 여러 개일 때(List로 저장)

```
Map<String, List<String>> multiMap = new HashMap<>();
String[] parts = line.split("#");
if (parts.length >= 2) {
    String key = parts[0].trim();
    String[] values = parts[1].split(","); // value가 콤마로 여러 개일 때
    multiMap.put(key, Arrays.asList(values));
}
```

File 쓰기

Java에서 `Map<String, String>` 데이터를 파일로 저장하는 방법을 단계별로 설명합니다. 일반적으로 **텍스트 파일**에 Key/Value 쌍을 한 줄씩 기록하거나, **Properties 파일** 또는 **JSON 파일**로 저장할 수 있습니다.

텍스트 파일로 저장 (구분자 사용)

각 Key/Value를 한 줄에 `"key#value"` 형식으로 저장하는 예시입니다.

```
import java.io.*;
import java.util.*;

public class MapToFileExample {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        Map<String, String> map = new HashMap<>();
    }
}
```

```

map.put("apple", "사과");
map.put("banana", "바나나");
map.put("grape", "포도");

String filePath = "output.txt";    // 저장할 파일 경로
String delimiter = "#";            // Key/Value 구분자

try (BufferedWriter bw = new BufferedWriter(new FileWriter(filePath))) {
    for (Map.Entry<String, String> entry : map.entrySet()) {
        // Key와 Value를 구분자로 연결해 한 줄로 기록
        bw.write(entry.getKey() + delimiter + entry.getValue());
        bw.newLine(); // 줄 바꿈
    }
}
System.out.println("파일 저장 완료!");
}

```

주요 설명

구분	설명
파일 경로	원하는 위치와 파일명 지정
구분자	Key와 Value를 구분할 문자(예: #, , 등)
줄 바꿈	각 Key/Value 쌍을 한 줄씩 기록
예외 처리	try-with-resources로 자동 파일 닫힘

Properties 파일로 저장

Java의 `Properties` 객체를 활용하면 Key/Value를 손쉽게 `.properties` 형식으로 저장할 수 있습니다.

```

import java.io.*;
import java.util.*;

public class MapToPropertiesFile {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        Map<String, String> map = new HashMap<>();
        map.put("username", "admin");
        map.put("password", "1234");

        Properties props = new Properties();
        props.putAll(map);

        try (FileOutputStream fos = new FileOutputStream("config.properties")) {
            props.store(fos, "설정 정보");
        }
        System.out.println("Properties 파일 저장 완료!");
    }
}

```

JSON 파일로 저장 (Gson 활용)

`Gson` 라이브러리를 사용하면 Map을 JSON 파일로 쉽게 저장할 수 있습니다.

```
import com.google.gson.Gson;
import java.io.*;
import java.util.*;

public class MapToJsonFile {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        Map<String, String> map = new HashMap<>();
        map.put("city", "Seoul");
        map.put("country", "Korea");

        Gson gson = new Gson();
        try (Writer writer = new FileWriter("data.json")) {
            gson.toJson(map, writer); // Map을 JSON 형식으로 저장
        }
        System.out.println("JSON 파일 저장 완료!");
    }
}
```

Java Thread

Java에서 Thread는 멀티태스킹 및 병렬 처리가 필요한 상황에서 매우 중요한 역할을 합니다. 아래는 Java Thread의 기본 개념, 주요 메소드, 실전 예제, 그리고 실무에서 자주 쓰는 패턴을 포함한 사용 가이드입니다.

Thread의 기본 개념

- Thread란?
 - 하나의 프로세스 내에서 실행되는 독립적인 실행 흐름
 - 멀티스레딩을 통해 여러 작업을 동시에 처리 가능
- Thread 생성 방법
 - `Thread` 클래스를 상속
 - `Runnable` 인터페이스 구현

Thread 관련 주요 메소드

메소드	설명
start()	스레드 실행 시작
run()	스레드가 실행할 코드 작성
sleep(ms)	지정 시간(ms) 동안 일시 정지
join()	다른 스레드가 종료될 때까지 대기
interrupt()	스레드에 인터럽트 신호 전달
isAlive()	스레드가 실행 중인지 확인

Thread 기본 샘플 코드

Thread 클래스 상속

```
java// Thread 클래스를 상속하여 스레드 구현
public class MyThread extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        // 스레드가 실행할 작업
        for (int i = 0; i < 5; i++) {
            System.out.println("MyThread 실행: " + i);
            try {
                Thread.sleep(500); // 0.5초 대기
            } catch (InterruptedException e) {
                System.out.println("인터럽트 발생");
            }
        }
    }
}

// 실행 예시
public class ThreadExample1 {
    public static void main(String[] args) {
        MyThread thread = new MyThread();
        thread.start(); // 스레드 시작
    }
}
```

Runnable 인터페이스 구현

```
java// Runnable 인터페이스를 구현하여 스레드 실행
public class MyRunnable implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 5; i++) {
            System.out.println("MyRunnable 실행: " + i);
            try {
                Thread.sleep(500);
            } catch (InterruptedException e) {
                System.out.println("인터럽트 발생");
            }
        }
    }
}

public class ThreadExample2 {
    public static void main(String[] args) {
        Thread thread = new Thread(new MyRunnable());
        thread.start();
    }
}
```

실전 예제: 여러 Agent를 Thread로 병렬 실행

```
import java.util.*;

class AgentWorker implements Runnable {
    private final String agentName;
    private final int taskCount;
    private final int input;

    public AgentWorker(String agentName, int taskCount, int input) {
        this.agentName = agentName;
        this.taskCount = taskCount;
        this.input = input;
    }

    @Override
    public void run() {
        int result = 0;
        for (int i = 0; i < taskCount; i++) {
            result += (input + i);
        }
        System.out.println(agentName + " 작업 완료: " + result);
    }
}

public class MultiAgentThreadExample {
    public static void main(String[] args) {
        // 각 Agent별 할당량
        Map<String, Integer> policy = Map.of("A", 50, "B", 30, "C", 20);
        int input = 100;

        List<Thread> threads = new ArrayList<>();
        for (Map.Entry<String, Integer> entry : policy.entrySet()) {
            Thread t = new Thread(new AgentWorker(entry.getKey(), entry.getValue(), input));
            threads.add(t);
            t.start();
        }

        // 모든 스레드가 종료될 때까지 대기
        for (Thread t : threads) {
            try {
                t.join();
            } catch (InterruptedException e) {
                System.out.println("스레드 대기 중 인터럽트 발생");
            }
        }
        System.out.println("모든 Agent 작업 완료");
    }
}
```

실전 예제: Callable & Future 기본 예제

```
import java.util.concurrent.Callable;
import java.util.concurrent.ExecutionException;
import java.util.concurrent.ExecutorService;
import java.util.concurrent.Executors;
import java.util.concurrent.Future;

// Callable을 구현하여 결과값 반환
class SumTask implements Callable<Integer> {
    private final int start;
    private final int count;

    public SumTask(int start, int count) {
        this.start = start;
        this.count = count;
    }

    @Override
    public Integer call() {
        int sum = 0;
        for (int i = 0; i < count; i++) {
            sum += (start + i);
        }
        return sum;
    }
}

public class CallableFutureSample {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        ExecutorService executor = Executors.newFixedThreadPool(3);

        // 각 Agent별 작업 제출
        Future<Integer> resultA = executor.submit(new SumTask(100, 50)); // A Agent
        Future<Integer> resultB = executor.submit(new SumTask(100, 30)); // B Agent
        Future<Integer> resultC = executor.submit(new SumTask(100, 20)); // C Agent

        // 결과값 받기 (get()은 블로킹 호출)
        System.out.println("A Agent 결과: " + resultA.get());
        System.out.println("B Agent 결과: " + resultB.get());
        System.out.println("C Agent 결과: " + resultC.get());

        executor.shutdown();
    }
}
```

실전 예제: 여러 Agent의 결과를 Map에 모으는 예제

```
import java.util.*;
import java.util.concurrent.*;

class AgentWorker implements Callable<Integer> {
```

```

private final String agentName;
private final int taskCount;
private final int input;

public AgentWorker(String agentName, int taskCount, int input) {
    this.agentName = agentName;
    this.taskCount = taskCount;
    this.input = input;
}

@Override
public Integer call() {
    int result = 0;
    for (int i = 0; i < taskCount; i++) {
        result += (input + i);
    }
    System.out.println(agentName + " 작업 완료: " + result);
    return result;
}
}

public class MultiAgentResultCollect {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Map<String, Integer> policy = Map.of("A", 50, "B", 30, "C", 20);
        int input = 100;
        ExecutorService executor = Executors.newFixedThreadPool(policy.size());
        Map<String, Future<Integer>> futures = new HashMap<>();

        // Agent별 작업 제출
        for (Map.Entry<String, Integer> entry : policy.entrySet()) {
            futures.put(entry.getKey(), executor.submit(
                new AgentWorker(entry.getKey(), entry.getValue(), input)));
        }

        // 결과 수집
        Map<String, Integer> results = new HashMap<>();
        for (Map.Entry<String, Future<Integer>> entry : futures.entrySet()) {
            results.put(entry.getKey(), entry.getValue().get());
        }

        System.out.println("전체 결과: " + results);
        executor.shutdown();
    }
}

```


실전 예제: CompletableFuture 기본 예제

```
import java.util.concurrent.CompletableFuture;

public class CompletableFutureBasic {
    public static void main(String[] args) {
        CompletableFuture<String> future = CompletableFuture.supplyAsync(() -> {
            // 비동기 작업
            return "Hello";
        }).thenApply(result -> result + " world!");

        // 결과값 대기 및 반환
        System.out.println(future.join()); // 출력: Hello world!
    }
}
```

실전 예제: CompletableFuture 여러 작업 병렬 실행 및 결과 결합

```
import java.util.concurrent.CompletableFuture;

public class CompletableFutureCombine {
    public static void main(String[] args) {
        CompletableFuture<String> hello = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "Hello");
        CompletableFuture<String> world = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "World!");

        // 두 작업의 결과를 결합
        CompletableFuture<String> greeting = hello.thenCombine(world, (h, w) -> h + " " + w);

        System.out.println(greeting.join()); // 출력: Hello world!
    }
}
```

실전 예제: CompletableFuture 여러 작업을 동시에 실행하고 모두 완료될 때까지 대기

```
import java.util.concurrent.CompletableFuture;
import java.util.Arrays;
import java.util.List;

public class CompletableFutureAllOf {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        CompletableFuture<String> f1 = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "A");
        CompletableFuture<String> f2 = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "B");
        CompletableFuture<String> f3 = CompletableFuture.supplyAsync(() -> "C");

        CompletableFuture<Void> all = CompletableFuture.allOf(f1, f2, f3);

        // 모든 작업 완료 대기
        all.join();

        // 개별 결과 확인
    }
}
```

```

        System.out.println(f1.get() + f2.get() + f3.get()); // 출력: ABC
    }
}

```

실전 예제: CompletableFuture 예외 처리 예제

```

import java.util.concurrent.CompletableFuture;

public class CompletableFutureException {
    public static void main(String[] args) {
        CompletableFuture<String> future = CompletableFuture.supplyAsync(() -> {
            if (true) throw new RuntimeException("오류 발생!");
            return "정상";
        }).exceptionally(ex -> "예외 처리됨: " + ex.getMessage());

        System.out.println(future.join()); // 출력: 예외 처리됨: 오류 발생!
    }
}

```

실전 예제: CompletableFuture 여러 Agent 작업 병렬 처리.

```

import java.util.concurrent.*;
import java.util.*;

class AgentWorker implements Callable<Integer> {
    private final String agentName;
    private final int taskCount;
    private final int input;

    public AgentWorker(String agentName, int taskCount, int input) {
        this.agentName = agentName;
        this.taskCount = taskCount;
        this.input = input;
    }

    @Override
    public Integer call() {
        int result = 0;
        for (int i = 0; i < taskCount; i++) {
            result += (input + i);
        }
        return result;
    }
}

public class MultiAgentCompletableFuture {
    public static void main(String[] args) {
        Map<String, Integer> policy = Map.of("A", 50, "B", 30, "C", 20);
        int input = 100;

        List<CompletableFuture<String>> futures = new ArrayList<>();
        for (Map.Entry<String, Integer> entry : policy.entrySet()) {

```

```
CompletableFuture<String> future = CompletableFuture.supplyAsync(() -> {
    int result = 0;
    for (int i = 0; i < entry.getValue(); i++) {
        result += (input + i);
    }
    return entry.getKey() + " 작업 결과: " + result;
});
futures.add(future);
}

// 모든 작업 완료 후 결과 출력
CompletableFuture.allOf(futures.toArray(new CompletableFuture[0]))
    .thenRun(() -> futures.forEach(f -> System.out.println(f.join()))))
    .join();
}
}
```

정규표현식

자바에서 정규표현식(Regular Expression, Regex)을 활용하면 다양한 유형의 파일을 효율적으로 파싱할 수 있다.

정규표현식 기본 패턴 표

패턴	설명	예제	매칭 결과
.	모든 문자 (개행 제외)	a.c	abc, a1c, a@c
*	앞 문자 0번 이상 반복	ab*c	ac, abc, abbc
+	앞 문자 1번 이상 반복	ab+c	abc, abbc, abbbc
?	앞 문자 0번 또는 1번	ab?c	ac, abc
^	문자열 시작	^Hello	Hello로 시작하는 문자열
\$	문자열 끝	world\$	World로 끝나는 문자열
\d	숫자 (0-9)	\d{3}	123, 456, 789
\w	문자, 숫자, 언더스코어	\w+	hello, test_123
\s	공백 문자	\s+	스페이스, 탭, 개행

문자 클래스 및 수량자 표

패턴	설명	예제	매칭 결과
[a-z]	소문자 a~z	[a-z]+	hello, world
[A-Z]	대문자 A~Z	[A-Z]+	HELLO, WORLD

패턴	설명	예제	매칭 결과
[0-9]	숫자 0~9	[0-9]+	123, 456
[abc]	a, b, c 중 하나	[abc]+	abc, bca, cab
[^abc]	a, b, c 제외	[^abc]+	def, xyz
{n}	정확히 n번	\d{3}	123 (3자리 숫자)
{n,}	n번 이상	\d{3,}	123, 1234, 12345
{n,m}	n번 이상 m번 이하	\d{3,5}	123, 1234, 12345

자주 사용하는 패턴 예제

용도	정규표현식	설명	매칭 예시
이메일	\b[A-Za-z0-9._%+-]+@[A-Za-z0-9.-]+\.[A-Z a-z]{2,}\b	기본 이메일 형식	test@example.com
전화번호	\b\d{3}-\d{4}-\d{4}\b	010-1234-5678 형식	010-1234-5678
날짜	\d{4}-\d{2}-\d{2}	YYYY-MM-DD 형식	2024-01-15
IP 주소	\b\d{1,3}\.\d{1,3}\.\d{1,3}\.\d{1,3}\b	IPv4 주소	192.168.1.1
URL	https?://[^\s]+	HTTP/HTTPS URL	https://example.com
한글 이름	[가-힣]{2,4}	2-4글자 한글	홍길동, 김철수
금액	₩[\d,]+	원화 표시 금액	₩1,000, ₩50,000

텍스트 파일 내 특정 패턴 추출 (예: 이메일 주소)

```
import java.io.*;
import java.util.regex.*;

public class EmailExtractor {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        // 읽을 파일 경로를 지정하세요
        String filePath = "example.txt";
        BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(filePath));

        // 이메일 형식의 정규표현식 (간단 버전)
        Pattern emailPattern = Pattern.compile("[a-zA-Z0-9._%+-]+@[a-zA-Z0-9.-]+\.[a-zA-Z]{2,}");
    }
}
```

```

String line;
while ((line = reader.readLine()) != null) {
    Matcher matcher = emailPattern.matcher(line);
    // 한 줄에서 발견되는 모든 이메일을 검색
    while (matcher.find()) {
        System.out.println("추출된 이메일: " + matcher.group());
    }
}
reader.close();
}
}

```

Key-Value 형식 데이터 파싱 (예: config 파일)

```

import java.io.*;
import java.util.regex.*;

public class ConfigParser {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        String filePath = "config.txt";
        BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(filePath));

        // 'key = value' 형식의 정규표현식
        Pattern pattern = Pattern.compile("^\\s*(\\w+)\\s*=\\s*(.+)$");

        String line;
        while ((line = reader.readLine()) != null) {
            Matcher matcher = pattern.matcher(line);
            if (matcher.find()) {
                // 그룹 1: key, 그룹 2: value
                System.out.println("key: " + matcher.group(1) + ", value: " +
matcher.group(2));
            }
        }
        reader.close();
    }
}

```

CSV 파일에서 특정 칼럼 추출 (코마로 구분)

```

import java.io.*;
import java.util.regex.*;

public class CsvColumnParser {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        String filePath = "data.csv";
        BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(filePath));
    }
}

```

```

// CSV의 각 라인을 정규표현식으로 split
// 여기서는 콤마(,)로 구분, 따옴표 처리 간단화
String line;
while ((line = reader.readLine()) != null) {
    // 값이 콤마를 포함하지 않는 경우에 유용 (간단형)
    String[] fields = line.split(",");
    // 예: 2번째 칼럼(인덱스 1) 추출
    if (fields.length > 1) {
        System.out.println("2번째 칼럼 값: " + fields[1]);
    }
}
reader.close();
}
}

```

로그 파일에서 날짜 및 오류 메시지 추출

```

import java.io.*;
import java.util.regex.*;

public class LogErrorParser {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        String filePath = "server.log";
        BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(filePath));

        // 로그 예시: [2025-07-15 12:00:00] ERROR: Some error message
        Pattern logPattern = Pattern.compile("\\[(\\d{4}-\\d{2}-\\d{2}:\\d{2}:\\d{2})\\] ERROR: (.+)");

        String line;
        while ((line = reader.readLine()) != null) {
            Matcher matcher = logPattern.matcher(line);
            if (matcher.find()) {
                String date = matcher.group(1);
                String errorMsg = matcher.group(2);
                System.out.println("오류 발생시각: " + date + ", 메시지: " + errorMsg);
            }
        }
        reader.close();
    }
}

```

XML 태그에서 데이터 추출 (단순 Tag)

```

import java.io.*;
import java.util.regex.*;

public class SimpleXmlParser {

```

```

public static void main(String[] args) throws IOException {
    String filePath = "sample.xml";
    BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(filePath));

    // <title>내용</title> 형식 태그 값을 추출
    Pattern xmlPattern = Pattern.compile("<title>(.*?)</title>");

    String line;
    while ((line = reader.readLine()) != null) {
        Matcher matcher = xmlPattern.matcher(line);
        if (matcher.find()) {
            System.out.println("추출된 title: " + matcher.group(1));
        }
    }
    reader.close();
}
}

```

다양한 패턴별 파싱 예제

```

public class PatternParser extends RegexFileParser {

    public PatternParser(String fileName) {
        super(fileName);
    }

    // 이메일 추출
    public List<String> extractEmails() {
        List<String> emails = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("\\b[A-Za-z0-9._%+-]+@[A-Za-z0-9.-]+\\.[A-Z|a-z]{2,}\\b");

        for (String line : lines) {
            Matcher matcher = pattern.matcher(line);
            while (matcher.find()) {
                emails.add(matcher.group());
            }
        }
        return emails;
    }

    // 전화번호 추출
    public List<String> extractPhoneNumbers() {
        List<String> phones = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("\\b\\d{3}-\\d{4}-\\d{4}\\b");

        for (String line : lines) {
            Matcher matcher = pattern.matcher(line);
            while (matcher.find()) {
                phones.add(matcher.group());
            }
        }
    }
}

```

```
    }  
    return phones;  
}
```

// 날짜 추출

```
public List<String> extractDates() {  
    List<String> dates = new ArrayList<>();  
    Pattern pattern = Pattern.compile("\\d{4}-\\d{2}-\\d{2}");  
  
    for (String line : lines) {  
        Matcher matcher = pattern.matcher(line);  
        while (matcher.find()) {  
            dates.add(matcher.group());  
        }  
    }  
    return dates;  
}
```

// IP 주소 추출

```
public List<String> extractIpAddresses() {  
    List<String> ips = new ArrayList<>();  
    Pattern pattern =  
Pattern.compile("\\b\\d{1,3}\\b\\.\\d{1,3}\\b\\.\\d{1,3}\\b\\.\\d{1,3}\\b");  
  
    for (String line : lines) {  
        Matcher matcher = pattern.matcher(line);  
        while (matcher.find()) {  
            ips.add(matcher.group());  
        }  
    }  
    return ips;  
}
```

// URL 추출

```
public List<String> extractUrls() {  
    List<String> urls = new ArrayList<>();  
    Pattern pattern = Pattern.compile("https?:/[^\s]+");  
  
    for (String line : lines) {  
        Matcher matcher = pattern.matcher(line);  
        while (matcher.find()) {  
            urls.add(matcher.group());  
        }  
    }  
    return urls;  
}
```

// 한글 이름 추출

```
public List<String> extractKoreanNames() {  
    List<String> names = new ArrayList<>();  
    Pattern pattern = Pattern.compile("[가-힣]{2,4}");  
  
    for (String line : lines) {
```



```

        Matcher matcher = pattern.matcher(line);
        while (matcher.find()) {
            names.add(matcher.group());
        }
    }
    return names;
}

// 금액 추출
public List<String> extractPrices() {
    List<String> prices = new ArrayList<>();
    Pattern pattern = Pattern.compile("#[\\d,]+");

    for (String line : lines) {
        Matcher matcher = pattern.matcher(line);
        while (matcher.find()) {
            prices.add(matcher.group());
        }
    }
    return prices;
}
}

```

그룹 캡처 예제

```

public class GroupCaptureParser extends RegexFileParser {

    public GroupCaptureParser(String fileName) {
        super(fileName);
    }

    // 날짜를 년, 월, 일로 분리
    public void parseDatesWithGroups() {
        Pattern pattern = Pattern.compile("(\\d{4})-(\\d{2})-(\\d{2})");

        for (int i = 0; i < lines.size(); i++) {
            String line = lines.get(i);
            Matcher matcher = pattern.matcher(line);

            while (matcher.find()) {
                System.out.println("줄 " + (i + 1) + ":");
                System.out.println(" 전체 날짜: " + matcher.group(0));
                System.out.println(" 년: " + matcher.group(1));
                System.out.println(" 월: " + matcher.group(2));
                System.out.println(" 일: " + matcher.group(3));
                System.out.println();
            }
        }
    }
}

// 이메일을 사용자명과 도메인으로 분리

```

```

public void parseEmailswithGroups() {
    Pattern pattern = Pattern.compile("\\b([A-Za-z0-9._%+-]+)@([A-Za-z0-9.-]+\\. [A-Z|a-z]{2,})\\b");

    for (int i = 0; i < lines.size(); i++) {
        String line = lines.get(i);
        Matcher matcher = pattern.matcher(line);

        while (matcher.find()) {
            System.out.println("줄 " + (i + 1) + ":");
            System.out.println("  전체 이메일: " + matcher.group(0));
            System.out.println("  사용자명: " + matcher.group(1));
            System.out.println("  도메인: " + matcher.group(2));
            System.out.println();
        }
    }
}

// 전화번호를 지역번호, 중간번호, 뒷번호로 분리
public void parsePhoneNumberswithGroups() {
    Pattern pattern = Pattern.compile("\\b(\\d{3})-(\\d{4})-(\\d{4})\\b");

    for (int i = 0; i < lines.size(); i++) {
        String line = lines.get(i);
        Matcher matcher = pattern.matcher(line);

        while (matcher.find()) {
            System.out.println("줄 " + (i + 1) + ":");
            System.out.println("  전체 전화번호: " + matcher.group(0));
            System.out.println("  지역번호: " + matcher.group(1));
            System.out.println("  중간번호: " + matcher.group(2));
            System.out.println("  뒷번호: " + matcher.group(3));
            System.out.println();
        }
    }
}
}

```

문자열 치환 예제

```

public class StringReplacementParser extends RegexFileParser {

    public StringReplacementParser(String fileName) {
        super(fileName);
    }

    // 전화번호 형식 변경 (010-1234-5678 → 010.1234.5678)
    public List<String> replacePhoneNumberFormat() {
        List<String> replacedLines = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("(\\d{3})-(\\d{4})-(\\d{4})");
    }
}

```

```

        for (String line : lines) {
            String replaced = pattern.matcher(line).replaceAll("$1.$2.$3");
            replacedLines.add(replaced);
        }
        return replacedLines;
    }

    // 이메일 마스킹 (test@example.com → t***@example.com)
    public List<String> maskEmails() {
        List<String> maskedLines = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("\\b([A-Za-z0-9._%+-])[A-Za-z0-9._%+-]*@([A-Za-z0-9.-]+)\\.([A-Z|a-z]{2,})\\b");

        for (String line : lines) {
            String masked = pattern.matcher(line).replaceAll("$1***@$2");
            maskedLines.add(masked);
        }
        return maskedLines;
    }

    // 날짜 형식 변경 (2024-01-15 → 2024년 1월 15일)
    public List<String> formatDates() {
        List<String> formattedLines = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("(\\d{4})-(\\d{2})-(\\d{2})");

        for (String line : lines) {
            String formatted = pattern.matcher(line).replaceAll("$1년 $2월 $3일");
            formattedLines.add(formatted);
        }
        return formattedLines;
    }
}

```

테스트

```

public class RegexParsingMain {
    public static void main(String[] args) {
        // 테스트 파일 생성
        createTestFile();

        // 패턴 파싱 테스트
        PatternParser parser = new PatternParser("test_data.txt");

        System.out.println("=== 파일 내용 ===");
        parser.printLines();

        System.out.println("\n=== 이메일 추출 ===");
        parser.extractEmails().forEach(System.out::println);

        System.out.println("\n=== 전화번호 추출 ===");
        parser.extractPhoneNumbers().forEach(System.out::println);
    }
}

```

```

System.out.println("\n=== 날짜 추출 ===");
parser.extractDates().forEach(System.out::println);

System.out.println("\n=== IP 주소 추출 ===");
parser.extractIpAddresses().forEach(System.out::println);

System.out.println("\n=== URL 추출 ===");
parser.extractUrls().forEach(System.out::println);

System.out.println("\n=== 한글 이름 추출 ===");
parser.extractKoreanNames().forEach(System.out::println);

System.out.println("\n=== 금액 추출 ===");
parser.extractPrices().forEach(System.out::println);

// 그룹 캡처 테스트
GroupCaptureParser groupParser = new GroupCaptureParser("test_data.txt");

System.out.println("\n=== 날짜 그룹 분리 ===");
groupParser.parseDatesWithGroups();

System.out.println("\n=== 이메일 그룹 분리 ===");
groupParser.parseEmailsWithGroups();

// 문자열 치환 테스트
StringReplacementParser replaceParser = new
StringReplacementParser("test_data.txt");

System.out.println("\n=== 전화번호 형식 변경 ===");
replaceParser.replacePhoneNumberFormat().forEach(System.out::println);

System.out.println("\n=== 이메일 마스킹 ===");
replaceParser.maskEmails().forEach(System.out::println);

System.out.println("\n=== 날짜 형식 변경 ===");
replaceParser.formatDates().forEach(System.out::println);
}

// 테스트용 파일 생성
private static void createTestFile() {
    try (PrintWriter writer = new PrintWriter("test_data.txt")) {
        writer.println("홍길동의 이메일: hong@example.com");
        writer.println("전화번호: 010-1234-5678");
        writer.println("가입일: 2024-01-15");
        writer.println("서버 IP: 192.168.1.100");
        writer.println("웹사이트: https://www.example.com");
        writer.println("김철수 회원님의 결제 금액: ₩50,000");
        writer.println("로그 시간: 2024-02-20 14:30:25");
        writer.println("관리자 이메일: admin@company.co.kr");
        writer.println("긴급 연락처: 010-9876-5432");
        writer.println("데이터베이스 주소: 10.0.0.1");
        writer.println("박영희님의 주문 금액: ₩1,200,000");
    }
}

```

```

        writer.println("API 엔드포인트: https://api.service.com/v1/users");
    } catch (IOException e) {
        System.err.println("테스트 파일 생성 오류: " + e.getMessage());
    }
}
}

```

###

```

public class PracticeProblems {

    // 주민등록번호 추출 (앞자리만 표시)
    public static List<String> extractMaskedSSN(String fileName) {
        List<String> results = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("(\\d{6})-\\d{7}");

        try (BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(fileName))) {
            String line;
            while ((line = reader.readLine()) != null) {
                Matcher matcher = pattern.matcher(line);
                while (matcher.find()) {
                    results.add(matcher.group(1) + "-*****");
                }
            }
        } catch (IOException e) {
            System.err.println("파일 읽기 오류: " + e.getMessage());
        }
        return results;
    }

    // 카드번호 추출 (마스킹 처리)
    public static List<String> extractMaskedCardNumber(String fileName) {
        List<String> results = new ArrayList<>();
        Pattern pattern = Pattern.compile("(\\d{4})-(\\d{4})-(\\d{4})-(\\d{4})");

        try (BufferedReader reader = new BufferedReader(new FileReader(fileName))) {
            String line;
            while ((line = reader.readLine()) != null) {
                String masked = pattern.matcher(line).replaceAll("$1-****-****-$4");
                if (!masked.equals(line)) {
                    results.add(masked);
                }
            }
        } catch (IOException e) {
            System.err.println("파일 읽기 오류: " + e.getMessage());
        }
        return results;
    }

    public static void main(String[] args) {
        // 연습 문제 테스트
        System.out.println("=== 주민등록번호 마스킹 ===");
        extractMaskedSSN("practice_data.txt").forEach(System.out::println);
    }
}

```

```

        System.out.println("\n=== 카드번호 마스킹 ===");
        extractMaskedCardNumber("practice_data.txt").forEach(System.out::println);
    }
}

```

주요 알고리즘 예제

로드 밸런싱 알고리즘

- 라운드 로빈: 요청을 순차적으로 서버에 분배
- 가중치 라운드 로빈: 서버 성능에 따라 가중치를 부여하여 분배
- 활용: API Gateway, 마이크로서비스 간 통신, 클라우드 인스턴스 분산
- 샘플코드

```

import java.util.ArrayList;
import java.util.List;

/**
 * Cloud/On-Premise 환경에서 요구되는 핵심 알고리즘 구현
 *
 * 로드 밸런싱 알고리즘 (라운드 로빈, 가중치 라운드 로빈)
 */
public class LoadBalancersSample {

    // ===== 로드 밸런싱 알고리즘 =====

    /**
     * 서버 정보를 담는 클래스
     */
    static class Server {
        private String id;
        private String ip;
        private int port;
        private int weight;
        private boolean isHealthy;
        private int currentConnections;

        public Server(String id, String ip, int port, int weight) {
            this.id = id;
            this.ip = ip;
            this.port = port;
            this.weight = weight;
            this.isHealthy = true;
            this.currentConnections = 0;
        }

        // Getter 메소드들
        public String getId() { return id; }
    }

```

```

    public String getIp() { return ip; }
    public int getPort() { return port; }
    public int getWeight() { return weight; }
    public boolean isHealthy() { return isHealthy; }
    public int getCurrentConnections() { return currentConnections; }

    // Setter 메소드들
    public void setHealthy(boolean healthy) { this.isHealthy = healthy; }
    public void incrementConnections() { this.currentConnections++; }
    public void decrementConnections() { this.currentConnections--; }

    @Override
    public String toString() {
        return String.format("Server[%s:%s:%d, weight=%d, healthy=%b,
connections=%d]",
                                id, ip, port, weight, isHealthy, currentConnections);
    }
}

/**
 * 로드 밸런서 클래스
 * 라운드 로빈과 가중치 라운드 로빈 알고리즘을 구현
 */
static class LoadBalancer {
    private List<Server> servers;
    private int currentIndex;
    private int currentWeight;
    private int maxWeight;
    private int gcd; // 최대공약수

    public LoadBalancer() {
        this.servers = new ArrayList<>();
        this.currentIndex = 0;
        this.currentWeight = 0;
    }

    /**
     * 서버를 추가하는 메소드
     */
    public void addServer(Server server) {
        servers.add(server);
        calculateMaxWeightAndGCD();
    }

    /**
     * 최대 가중치와 최대공약수를 계산하는 메소드
     */
    private void calculateMaxWeightAndGCD() {
        if (servers.isEmpty()) return;

        maxWeight = servers.get(0).getWeight();
        gcd = servers.get(0).getWeight();
    }
}

```

```

        for (int i = 1; i < servers.size(); i++) {
            int weight = servers.get(i).getweight();
            maxWeight = Math.max(maxWeight, weight);
            gcd = calculateGCD(gcd, weight);
        }
    }

    /**
     * 최대공약수를 계산하는 헬퍼 메소드
     */
    private int calculateGCD(int a, int b) {
        while (b != 0) {
            int temp = b;
            b = a % b;
            a = temp;
        }
        return a;
    }

    /**
     * 라운드 로빈 알고리즘으로 서버를 선택
     */
    public Server selectServerRoundRobin() {
        if (servers.isEmpty()) return null;

        int attempts = 0;
        while (attempts < servers.size()) {
            Server server = servers.get(currentIndex);
            currentIndex = (currentIndex + 1) % servers.size();

            if (server.isHealthy()) {
                return server;
            }
            attempts++;
        }
        return null; // 모든 서버가 비정상
    }

    /**
     * 가중치 라운드 로빈 알고리즘으로 서버를 선택
     */
    public Server selectServerWeightedRoundRobin() {
        if (servers.isEmpty()) return null;

        while (true) {
            currentIndex = (currentIndex + 1) % servers.size();

            if (currentIndex == 0) {
                currentWeight = currentWeight - gcd;
                if (currentWeight <= 0) {
                    currentWeight = maxWeight;
                }
            }
        }
    }

```



```

        Server server = servers.get(currentIndex);
        if (server.getWeight() >= currentWeight && server.isHealthy()) {
            return server;
        }
    }
}

/**
 * 로드 밸런서 테스트
 */
public static void testLoadBalancer() {
    System.out.println("===== Load Balancer Test =====");

    LoadBalancer lb = new LoadBalancer();

    // 서버 추가
    lb.addServer(new Server("server1", "192.168.1.10", 8080, 1));
    lb.addServer(new Server("server2", "192.168.1.11", 8080, 2));
    lb.addServer(new Server("server3", "192.168.1.12", 8080, 3));

    // 라운드 로빈 테스트
    System.out.println("--- Round Robin Test ---");
    for (int i = 0; i < 6; i++) {
        Server server = lb.selectServerRoundRobin();
        System.out.println("Selected: " + server.getId());
    }

    // 가중치 라운드 로빈 테스트
    System.out.println("--- Weighted Round Robin Test ---");
    for (int i = 0; i < 12; i++) {
        Server server = lb.selectServerWeightedRoundRobin();
        System.out.println("Selected: " + server.getId());
    }

    System.out.println();
}

/**
 * 메인 메소드 - 테스트 실행
 */
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("로드 밸런서 테스트 시작");
    System.out.println("=".repeat(40));

    try {
        // 로드 밸런서 테스트
        testLoadBalancer();
    } catch (Exception e) {
        System.err.println("테스트 중 오류 발생: " + e.getMessage());
        e.printStackTrace();
    }
}

```

```

        System.out.println("로드 밸런서 테스트 완료");
    }
}

```

일관된 해싱

- **특징:** 노드 추가/제거 시 최소한의 데이터 재분배
- **가상 노드:** 부하 분산을 위한 가상 노드 구현
- **활용:** 분산 캐시, 샤딩, CDN 노드 선택
- **샘플코드**

```

import java.util.HashSet;
import java.util.Map;
import java.util.Set;
import java.util.TreeMap;

/**
 * Cloud/On-Premise 환경에서 요구되는 핵심 알고리즘 구현
 *
 * 분산 캐싱 알고리즘 (Consistent Hashing)
 */
public class ConsistentHashingSample {

    // ===== 분산 캐싱 알고리즘 (Consistent Hashing) =====

    /**
     * 일관된 해싱을 구현하는 클래스
     */
    static class ConsistentHashRing {
        private TreeMap<Integer, String> ring;
        private Set<String> nodes;
        private int virtualNodeCount;

        public ConsistentHashRing(int virtualNodeCount) {
            this.ring = new TreeMap<>();
            this.nodes = new HashSet<>();
            this.virtualNodeCount = virtualNodeCount;
        }

        /**
         * 노드를 링에 추가하는 메소드
         */
        public void addNode(String node) {
            nodes.add(node);
            for (int i = 0; i < virtualNodeCount; i++) {
                String virtualNode = node + "#" + i;
                int hash = calculateHash(virtualNode);
                ring.put(hash, node);
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    /**
     * 노드를 링에서 제거하는 메소드
     */
    public void removeNode(String node) {
        nodes.remove(node);
        for (int i = 0; i < virtualNodeCount; i++) {
            String virtualNode = node + "#" + i;
            int hash = calculateHash(virtualNode);
            ring.remove(hash);
        }
    }

    /**
     * 키에 대한 노드를 찾는 메소드
     */
    public String getNode(String key) {
        if (ring.isEmpty()) return null;

        int hash = calculateHash(key);

        // 해시보다 큰 첫 번째 노드를 찾음
        Map.Entry<Integer, String> entry = ring.ceilingEntry(hash);

        // 찾지 못하면 링의 첫 번째 노드를 반환 (순환 구조)
        if (entry == null) {
            entry = ring.firstEntry();
        }

        return entry.getValue();
    }

    /**
     * 해시 함수 (간단한 해시 구현)
     */
    private int calculateHash(String input) {
        return input.hashCode();
    }

    /**
     * 현재 링 상태를 출력하는 메소드
     */
    public void printRing() {
        System.out.println("=== Consistent Hash Ring ===");
        for (Map.Entry<Integer, String> entry : ring.entrySet()) {
            System.out.println("Hash: " + entry.getKey() + " -> Node: " +
entry.getValue());
        }
    }
}

/**

```

```

* 일관된 해싱 테스트
*/
public static void testConsistentHashing() {
    System.out.println("===== Consistent Hashing Test =====");

    ConsistentHashRing ring = new ConsistentHashRing(3);

    // 노드 추가
    ring.addNode("node1");
    ring.addNode("node2");
    ring.addNode("node3");

    // 키 분배 테스트
    String[] keys = {"user1", "user2", "user3", "user4", "user5", "data1", "data2",
"data3"};

    System.out.println("--- Key Distribution ---");
    for (String key : keys) {
        String node = ring.getNode(key);
        System.out.println("Key: " + key + " -> Node: " + node);
    }

    // 노드 제거 후 테스트
    System.out.println("--- After removing node2 ---");
    ring.removeNode("node2");
    for (String key : keys) {
        String node = ring.getNode(key);
        System.out.println("Key: " + key + " -> Node: " + node);
    }

    System.out.println();
}

/**
 * 메인 메소드 - 테스트 실행
 */
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("일관된 해싱 테스트 테스트 시작");
    System.out.println("=".repeat(40));

    try {
        // 일관된 해싱 테스트
        testConsistentHashing();

    } catch (Exception e) {
        System.err.println("테스트 중 오류 발생: " + e.getMessage());
        e.printStackTrace();
    }

    System.out.println("일관된 해싱 테스트 테스트 완료");
}
}

```

장애 감지 알고리즘

- 서킷 브레이커: 장애 전파 방지 및 자동 복구
- 하트비트 모니터링: 노드 상태 실시간 감지
- 활용: 마이크로서비스 간 통신, 분산 시스템 안정성
- 샘플코드

```
import java.util.Map;
import java.util.Timer;
import java.util.TimerTask;
import java.util.concurrent.Callable;
import java.util.concurrent.ConcurrentHashMap;

/**
 * Cloud/On-Premise 환경에서 요구되는 핵심 알고리즘 구현
 *
 * 장애 감지 알고리즘 알고리즘 (Heartbeat with Circuit Breaker)
 */
public class CircuitBreakersSample {

    // ===== 장애 감지 알고리즘 (Heartbeat with Circuit Breaker) =====

    /**
     * 서킷 브레이커 패턴을 구현하는 클래스
     */
    static class CircuitBreaker {
        private enum State {
            CLOSED, OPEN, HALF_OPEN
        }

        private State state;
        private int failureCount;
        private int failureThreshold;
        private long timeout;
        private long lastFailureTime;
        private int successCount;
        private int halfOpenMaxCalls;

        public CircuitBreaker(int failureThreshold, long timeout, int halfOpenMaxCalls)
        {
            this.state = State.CLOSED;
            this.failureCount = 0;
            this.failureThreshold = failureThreshold;
            this.timeout = timeout;
            this.lastFailureTime = 0;
            this.successCount = 0;
        }
    }
}
```

```

        this.halfOpenMaxCalls = halfOpenMaxCalls;
    }

    /**
     * 서비스 호출을 실행하는 메소드
     */
    public boolean call(Callable<Boolean> service) {
        if (state == State.OPEN) {
            // 타임아웃 시간이 지나면 HALF_OPEN으로 전환
            if (System.currentTimeMillis() - lastFailureTime > timeout) {
                state = State.HALF_OPEN;
                successCount = 0;
                System.out.println("Circuit Breaker: OPEN -> HALF_OPEN");
            } else {
                System.out.println("Circuit Breaker: Call blocked (OPEN state)");
                return false;
            }
        }

        try {
            boolean result = service.call();
            onSuccess();
            return result;
        } catch (Exception e) {
            onFailure();
            return false;
        }
    }

    /**
     * 성공 시 호출되는 메소드
     */
    private void onSuccess() {
        failureCount = 0;

        if (state == State.HALF_OPEN) {
            successCount++;
            if (successCount >= halfOpenMaxCalls) {
                state = State.CLOSED;
                System.out.println("Circuit Breaker: HALF_OPEN -> CLOSED");
            }
        }
    }

    /**
     * 실패 시 호출되는 메소드
     */
    private void onFailure() {
        failureCount++;
        lastFailureTime = System.currentTimeMillis();

        if (failureCount >= failureThreshold) {
            state = State.OPEN;
        }
    }

```

```

        System.out.println("Circuit Breaker: " + (state == State.HALF_OPEN ?
"HALF_OPEN" : "CLOSED") + " -> OPEN");
    }
}

public State getState() {
    return state;
}
}

/**
 * 하트비트 모니터링 클래스
 */
static class HeartbeatMonitor {
    private Map<String, Long> lastHeartbeat;
    private Map<String, Boolean> nodeStatus;
    private long heartbeatInterval;
    private Timer timer;

    public HeartbeatMonitor(long heartbeatInterval) {
        this.lastHeartbeat = new ConcurrentHashMap<>();
        this.nodeStatus = new ConcurrentHashMap<>();
        this.heartbeatInterval = heartbeatInterval;
        this.timer = new Timer(true);
    }

    /**
     * 노드를 모니터링에 추가하는 메소드
     */
    public void addNode(String nodeId) {
        lastHeartbeat.put(nodeId, System.currentTimeMillis());
        nodeStatus.put(nodeId, true);
    }

    /**
     * 하트비트를 업데이트하는 메소드
     */
    public void updateHeartbeat(String nodeId) {
        lastHeartbeat.put(nodeId, System.currentTimeMillis());
        nodeStatus.put(nodeId, true);
    }

    /**
     * 주기적으로 하트비트를 체크하는 메소드
     */
    public void startMonitoring() {
        timer.scheduleAtFixedRate(new TimerTask() {
            @Override
            public void run() {
                checkHeartbeats();
            }
        }, heartbeatInterval, heartbeatInterval);
    }
}

```

```

/**
 * 하트비트를 체크하는 메소드
 */
private void checkHeartbeats() {
    long currentTime = System.currentTimeMillis();

    for (Map.Entry<String, Long> entry : lastHeartbeat.entrySet()) {
        String nodeId = entry.getKey();
        long lastTime = entry.getValue();

        if (currentTime - lastTime > heartbeatInterval * 2) {
            if (nodeStatus.get(nodeId)) {
                nodeStatus.put(nodeId, false);
                System.out.println("Node " + nodeId + " is DOWN");
            }
            else {
                if (!nodeStatus.get(nodeId)) {
                    nodeStatus.put(nodeId, true);
                    System.out.println("Node " + nodeId + " is UP");
                }
            }
        }
    }
}

public boolean isNodeHealthy(String nodeId) {
    return nodeStatus.getDefault(nodeId, false);
}

public void stopMonitoring() {
    timer.cancel();
}
}

/**
 * 서킷 브레이커 테스트
 */
public static void testCircuitBreaker() {
    System.out.println("===== Circuit Breaker Test =====");

    CircuitBreaker cb = new CircuitBreaker(3, 5000, 2);

    // 실패하는 서비스 시뮬레이션
    Callable<Boolean> failingService = new Callable<Boolean>() {
        private int callCount = 0;

        @Override
        public Boolean call() throws Exception {
            callCount++;
            if (callCount <= 4) {
                throw new RuntimeException("Service failure");
            }
            return true; // 5번째 호출부터는 성공
        }
    };
}

```



```

    }
};

// 서킷 브레이커 테스트
for (int i = 0; i < 10; i++) {
    System.out.println("Call " + (i + 1) + ": " + cb.call(failingService) + "
(State: " + cb.getState() + ")");
    try {
        Thread.sleep(1000);
    } catch (InterruptedException e) {
        Thread.currentThread().interrupt();
    }
}

System.out.println();
}

/**
 * 하트비트 모니터링 테스트
 */
public static void testHeartbeatMonitoring() throws InterruptedException {
    System.out.println("===== Heartbeat Monitoring Test =====");

    HeartbeatMonitor monitor = new HeartbeatMonitor(2000); // 2초 간격

    // 노드 추가
    monitor.addNode("node1");
    monitor.addNode("node2");
    monitor.addNode("node3");

    // 모니터링 시작
    monitor.startMonitoring();

    // 처음에는 모든 노드가 정상
    System.out.println("Initial status:");
    System.out.println("Node1 healthy: " + monitor.isNodeHealthy("node1"));
    System.out.println("Node2 healthy: " + monitor.isNodeHealthy("node2"));
    System.out.println("Node3 healthy: " + monitor.isNodeHealthy("node3"));

    // 3초 후 node1과 node2의 하트비트 업데이트
    Thread.sleep(3000);
    monitor.updateHeartbeat("node1");
    monitor.updateHeartbeat("node2");

    // 3초 더 대기 (node3는 하트비트 업데이트 없음)
    Thread.sleep(3000);

    // 다시 node1만 하트비트 업데이트
    monitor.updateHeartbeat("node1");

    // 5초 더 대기
    Thread.sleep(5000);

```

```

        System.out.println("Final status:");
        System.out.println("Node1 healthy: " + monitor.isNodeHealthy("node1"));
        System.out.println("Node2 healthy: " + monitor.isNodeHealthy("node2"));
        System.out.println("Node3 healthy: " + monitor.isNodeHealthy("node3"));

        monitor.stopMonitoring();
        System.out.println();
    }

    /**
     * 메인 메소드 - 테스트 실행
     */
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("서킷 브레이커 & 하트비트 모니터링 테스트 테스트 시작");
        System.out.println("=".repeat(40));

        try {

            // 서킷 브레이커 테스트
            testCircuitBreaker();
            // 하트비트 모니터링 테스트
            testHeartbeatMonitoring();
        } catch (Exception e) {
            System.err.println("테스트 중 오류 발생: " + e.getMessage());
            e.printStackTrace();
        }

        System.out.println("서킷 브레이커 & 하트비트 모니터링 테스트 테스트 완료");
    }
}

```

데이터 파티셔닝

- **해시 기반 파티셔닝:** 키를 기반으로 데이터 분산
- **활용:** 데이터베이스 샤딩, 분산 스토리지
- **샘플코드**

```

import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.HashMap;
import java.util.List;
import java.util.Map;

/**
 * Cloud/On-Premise 환경에서 요구되는 핵심 알고리즘 구현
 *
 * 데이터 파티셔닝 알고리즘 (Hash-based Partitioning)

```

```

*/
public class DataPartitioningSample {

    // ===== 데이터 파티셔닝 알고리즘 =====

    /**
     * 해시 기반 파티셔닝 클래스
     */
    static class HashPartitioner {
        private int partitionCount;
        private List<String> partitions;

        public HashPartitioner(int partitionCount) {
            this.partitionCount = partitionCount;
            this.partitions = new ArrayList<>();
            for (int i = 0; i < partitionCount; i++) {
                partitions.add("partition_" + i);
            }
        }

        /**
         * 키를 기반으로 파티션을 결정하는 메소드
         */
        public String getPartition(String key) {
            int hash = Math.abs(key.hashCode());
            int partitionIndex = hash % partitionCount;
            return partitions.get(partitionIndex);
        }

        /**
         * 데이터를 파티션별로 분배하는 메소드
         */
        public Map<String, List<String>> distributeData(List<String> data) {
            Map<String, List<String>> partitionedData = new HashMap<>();

            // 파티션 초기화
            for (String partition : partitions) {
                partitionedData.put(partition, new ArrayList<>());
            }

            // 데이터를 각 파티션에 분배
            for (String item : data) {
                String partition = getPartition(item);
                partitionedData.get(partition).add(item);
            }

            return partitionedData;
        }

        /**
         * 파티션 통계를 출력하는 메소드
         */
        public void printPartitionStats(Map<String, List<String>> partitionedData) {

```

```

        System.out.println("=== Partition Statistics ===");
        for (Map.Entry<String, List<String>> entry : partitionedData.entrySet()) {
            System.out.println(entry.getKey() + ": " + entry.getValue().size() + "
items");
        }
    }
}

/**
 * 데이터 파티셔닝 테스트
 */
public static void testDataPartitioning() {
    System.out.println("===== Data Partitioning Test =====");

    HashPartitioner partitioner = new HashPartitioner(4);

    // 테스트 데이터 생성
    List<String> data = Arrays.asList(
        "user1", "user2", "user3", "user4", "user5",
        "order1", "order2", "order3", "order4", "order5",
        "product1", "product2", "product3", "product4", "product5"
    );

    // 데이터 분배
    Map<String, List<String>> partitionedData = partitioner.distributeData(data);

    // 결과 출력
    partitioner.printPartitionStats(partitionedData);

    System.out.println("--- Detailed Distribution ---");
    for (Map.Entry<String, List<String>> entry : partitionedData.entrySet()) {
        System.out.println(entry.getKey() + ": " + entry.getValue());
    }

    System.out.println();
}

/**
 * 메인 메소드 - 테스트 실행
 */
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Cloud/On-Premise 데이터 파티셔닝 테스트 시작");
    System.out.println("=".repeat(40));

    try {
        // 데이터 파티셔닝 테스트
        testDataPartitioning();
    } catch (Exception e) {
        System.err.println("테스트 중 오류 발생: " + e.getMessage());
        e.printStackTrace();
    }

    System.out.println("데이터 파티셔닝 테스트 완료");
}

```

```
}  
  
}
```

메시지 큐 시스템

- **Producer-Consumer 패턴**: 비동기 메시지 처리
- **백프레서 제어**: 큐 크기 제한을 통한 메모리 관리
- **활용**: 이벤트 기반 아키텍처, 배치 처리
- **샘플코드**

```
import java.util.LinkedList;  
import java.util.Queue;  
  
/**  
 * Cloud/On-Premise 환경에서 요구되는 핵심 알고리즘 구현  
 *  
 * 메시지 큐 알고리즘 (Producer-Consumer Pattern)  
 */  
public class MessageQueueSample {  
  
    // ===== 메시지 큐 알고리즘 =====  
  
    /**  
     * 간단한 메시지 큐 구현  
     */  
    static class MessageQueue<T> {  
        private Queue<T> queue;  
        private int maxSize;  
        private final Object lock = new Object();  
  
        public MessageQueue(int maxSize) {  
            this.queue = new LinkedList<>();  
            this.maxSize = maxSize;  
        }  
  
        /**  
         * 메시지를 큐에 추가하는 메소드 (Producer)  
         */  
        public boolean produce(T message) {  
            synchronized (lock) {  
                if (queue.size() >= maxSize) {  
                    return false; // 큐가 가득 참  
                }  
                queue.offer(message);  
                lock.notifyAll(); // 대기 중인 컨슈머에게 알림  
                return true;  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

/**
 * 메시지를 큐에서 가져오는 메소드 (Consumer)
 */
public T consume() throws InterruptedException {
    synchronized (lock) {
        while (queue.isEmpty()) {
            lock.wait(); // 메시지가 올 때까지 대기
        }
        return queue.poll();
    }
}

/**
 * 큐의 현재 크기를 반환하는 메소드
 */
public int size() {
    synchronized (lock) {
        return queue.size();
    }
}
}

/**
 * 메시지 프로듀서 클래스
 */
static class MessageProducer implements Runnable {
    private MessageQueue<String> queue;
    private String producerId;
    private int messageCount;

    public MessageProducer(MessageQueue<String> queue, String producerId, int
messageCount) {
        this.queue = queue;
        this.producerId = producerId;
        this.messageCount = messageCount;
    }

    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < messageCount; i++) {
            String message = producerId + "_message_" + i;
            boolean success = queue.produce(message);
            if (success) {
                System.out.println(producerId + " produced: " + message);
            } else {
                System.out.println(producerId + " failed to produce: " + message +
" (queue full)");
            }

            try {
                Thread.sleep(100); // 100ms 간격으로 메시지 생성
            } catch (InterruptedException e) {

```

```

        Thread.currentThread().interrupt();
        break;
    }
}

}

/**
 * 메시지 컨슈머 클래스
 */
static class MessageConsumer implements Runnable {
    private MessageQueue<String> queue;
    private String consumerId;
    private boolean running;

    public MessageConsumer(MessageQueue<String> queue, String consumerId) {
        this.queue = queue;
        this.consumerId = consumerId;
        this.running = true;
    }

    @Override
    public void run() {
        while (running) {
            try {
                String message = queue.consume();
                System.out.println(consumerId + " consumed: " + message);
                Thread.sleep(150); // 150ms 간격으로 메시지 처리
            } catch (InterruptedException e) {
                Thread.currentThread().interrupt();
                break;
            }
        }
    }

    public void stop() {
        running = false;
    }
}

/**
 * 메시지 큐 테스트
 */
public static void testMessageQueue() throws InterruptedException {
    System.out.println("===== Message Queue Test =====");

    MessageQueue<String> queue = new MessageQueue<>(10);

    // 프로듀서와 컨슈머 스레드 생성
    Thread producer1 = new Thread(new MessageProducer(queue, "Producer1", 5));
    Thread producer2 = new Thread(new MessageProducer(queue, "Producer2", 5));

    MessageConsumer consumer1 = new MessageConsumer(queue, "Consumer1");

```

```

        MessageConsumer consumer2 = new MessageConsumer(queue, "Consumer2");
        Thread consumerThread1 = new Thread(consumer1);
        Thread consumerThread2 = new Thread(consumer2);

        // 스레드 시작
        consumerThread1.start();
        consumerThread2.start();
        producer1.start();
        producer2.start();

        // 프로듀서 완료 대기
        producer1.join();
        producer2.join();

        // 잠시 대기 후 컨슈머 중지
        Thread.sleep(2000);
        consumer1.stop();
        consumer2.stop();

        consumerThread1.interrupt();
        consumerThread2.interrupt();

        System.out.println("Final queue size: " + queue.size());
        System.out.println();
    }

    /**
     * 메인 메소드 - 테스트 실행
     */
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("메시지 큐 테스트 시작");
        System.out.println("=".repeat(40));

        try {
            // 메시지 큐 테스트
            testMessageQueue();
        } catch (InterruptedException e) {
            System.err.println("테스트 중 인터럽트 발생: " + e.getMessage());
            Thread.currentThread().interrupt();
        } catch (Exception e) {
            System.err.println("테스트 중 오류 발생: " + e.getMessage());
            e.printStackTrace();
        }

        System.out.println("메시지 큐 테스트 완료");
    }
}

```


리소스 모니터링

- 이동 평균: 실시간 메트릭 평활화
- 임계값 알림: 자동 알림 시스템
- 활용: 시스템 모니터링, 자동 스케일링
- 샘플코드

```
import java.util.HashMap;
import java.util.LinkedList;
import java.util.Map;
import java.util.Queue;
import java.util.Timer;
import java.util.TimerTask;

/**
 * Cloud/On-Premise 환경에서 요구되는 핵심 알고리즘 구현
 *
 * 리소스 모니터링 알고리즘 (Moving Average)
 */
public class ResourceMonitoringSample {

    // ===== 리소스 모니터링 알고리즘 =====

    /**
     * 이동 평균을 계산하는 클래스
     */
    static class MovingAverageCalculator {
        private Queue<Double> values;
        private int windowSize;
        private double sum;

        public MovingAverageCalculator(int windowSize) {
            this.values = new LinkedList<>();
            this.windowSize = windowSize;
            this.sum = 0.0;
        }

        /**
         * 새로운 값을 추가하고 이동 평균을 계산하는 메소드
         */
        public double addValue(double value) {
            values.offer(value);
            sum += value;

            // 윈도우 크기를 초과하면 가장 오래된 값을 제거
            if (values.size() > windowSize) {
                double oldValue = values.poll();
                sum -= oldValue;
            }

            return getAverage();
        }
    }
}
```

```

    /**
     * 현재 이동 평균을 반환하는 메소드
     */
    public double getAverage() {
        return values.isEmpty() ? 0.0 : sum / values.size();
    }

    /**
     * 현재 값의 개수를 반환하는 메소드
     */
    public int getCount() {
        return values.size();
    }
}

/**
 * 리소스 모니터링 클래스
 */
static class ResourceMonitor {
    private Map<String, MovingAverageCalculator> metrics;
    private Map<String, Double> thresholds;
    private Timer timer;

    public ResourceMonitor() {
        this.metrics = new HashMap<>();
        this.thresholds = new HashMap<>();
        this.timer = new Timer(true);
    }

    /**
     * 모니터링할 메트릭을 추가하는 메소드
     */
    public void addMetric(String metricName, int windowSize, double threshold) {
        metrics.put(metricName, new MovingAverageCalculator(windowSize));
        thresholds.put(metricName, threshold);
    }

    /**
     * 메트릭 값을 업데이트하는 메소드
     */
    public void updateMetric(String metricName, double value) {
        MovingAverageCalculator calculator = metrics.get(metricName);
        if (calculator != null) {
            double average = calculator.addValue(value);
            checkThreshold(metricName, average);
        }
    }

    /**
     * 임계값을 확인하는 메소드
     */
    private void checkThreshold(String metricName, double average) {

```

```

        double threshold = thresholds.get(metricName);
        if (threshold != null && average > threshold) {
            System.out.println("ALERT: " + metricName + " average (" +
                String.format("%.2f", average) + ") exceeds threshold
(" + threshold + ")");
        }
    }

    /**
     * 모든 메트릭의 현재 상태를 출력하는 메소드
     */
    public void printMetrics() {
        System.out.println("=== Resource Metrics ===");
        for (Map.Entry<String, MovingAverageCalculator> entry : metrics.entrySet())
        {
            String metricName = entry.getKey();
            MovingAverageCalculator calculator = entry.getValue();
            System.out.println(metricName + ": " + String.format("%.2f",
calculator.getAverage()) +
                " (count: " + calculator.getCount() + ")");
        }
    }

    /**
     * 주기적으로 랜덤 메트릭을 생성하는 메소드 (테스트용)
     */
    public void startRandomMetricGeneration() {
        timer.scheduleAtFixedRate(new TimerTask() {
            @Override
            public void run() {
                // CPU 사용률 시뮬레이션 (0-100%)
                double cpuUsage = Math.random() * 100;
                updateMetric("cpu_usage", cpuUsage);

                // 메모리 사용률 시뮬레이션 (0-100%)
                double memoryUsage = Math.random() * 100;
                updateMetric("memory_usage", memoryUsage);

                // 응답 시간 시뮬레이션 (0-1000ms)
                double responseTime = Math.random() * 1000;
                updateMetric("response_time", responseTime);
            }
        }, 0, 1000);
    }

    public void stopMonitoring() {
        timer.cancel();
    }
}

/**
 * 리소스 모니터링 테스트
 */

```

```

public static void testResourceMonitoring() throws InterruptedException {
    System.out.println("===== Resource Monitoring Test =====");

    ResourceMonitor monitor = new ResourceMonitor();

    // 메트릭 추가 (메트릭명, 윈도우 크기, 임계값)
    monitor.addMetric("cpu_usage", 5, 80.0);
    monitor.addMetric("memory_usage", 5, 85.0);
    monitor.addMetric("response_time", 5, 500.0);

    // 수동으로 몇 개의 메트릭 값 추가
    System.out.println("--- Manual Metric Updates ---");
    monitor.updateMetric("cpu_usage", 45.0);
    monitor.updateMetric("cpu_usage", 55.0);
    monitor.updateMetric("cpu_usage", 85.0); // 임계값 초과
    monitor.updateMetric("cpu_usage", 90.0); // 임계값 초과

    monitor.updateMetric("memory_usage", 70.0);
    monitor.updateMetric("memory_usage", 75.0);
    monitor.updateMetric("memory_usage", 80.0);

    monitor.updateMetric("response_time", 200.0);
    monitor.updateMetric("response_time", 300.0);
    monitor.updateMetric("response_time", 600.0); // 임계값 초과

    monitor.printMetrics();

    // 자동 메트릭 생성 시작
    System.out.println("--- Automatic Metric Generation (5 seconds) ---");
    monitor.startRandomMetricGeneration();

    // 5초 동안 실행
    Thread.sleep(5000);

    monitor.stopMonitoring();
    monitor.printMetrics();

    System.out.println();
}

/**
 * 메인 메소드 - 테스트 실행
 */
public static void main(String[] args) {
    System.out.println("리소스 모니터링 테스트 시작");
    System.out.println("=".repeat(40));

    try {
        // 리소스 모니터링 테스트
        testResourceMonitoring();
    } catch (InterruptedException e) {
        System.err.println("테스트 중 인터럽트 발생: " + e.getMessage());
        Thread.currentThread().interrupt();
    }
}

```

```
    } catch (Exception e) {  
        System.err.println("테스트 중 오류 발생: " + e.getMessage());  
        e.printStackTrace();  
    }  
  
    System.out.println("리소스 모니터링 테스트 완료");  
}  
  
}
```

