

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

■ 출제범위

분류	대목들	소모들	문항수	배점
시스템&솔루션 개발 (설기)	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.

■ 기본사항

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

Note

학습 가이드 실습환경: 응시 환경에서 HTTP 통신 시나리오가 활용되는 경우 아래 Library 를 포함하여 제공 할 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
```

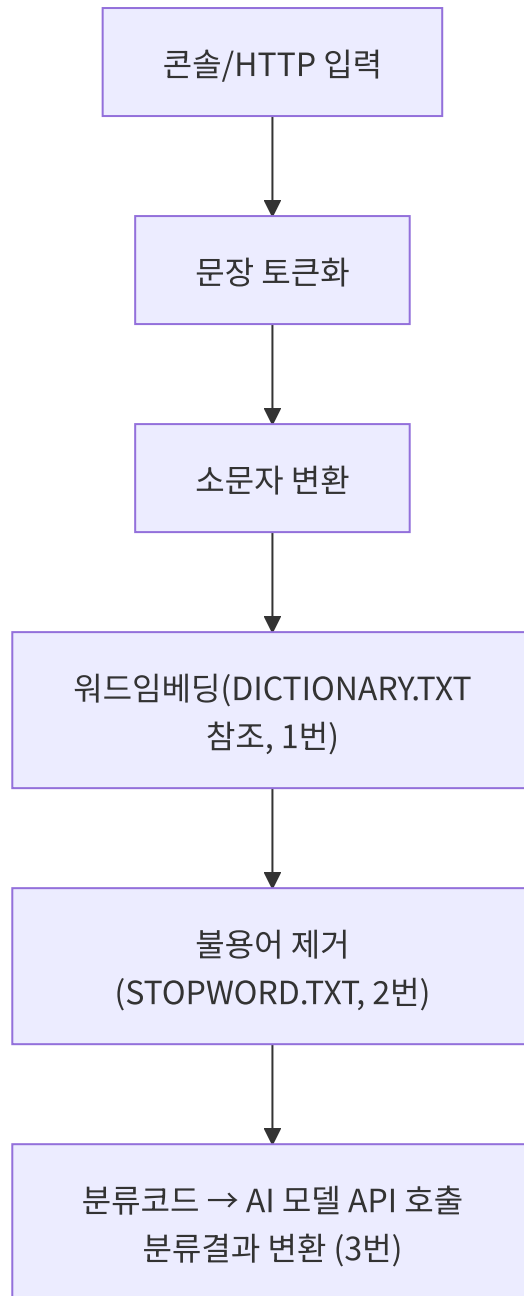
- 3번: MOCK.EXE 프로그램을 통해 API 테스트 시나리오 자동 실행, 모든 시나리오 통과 시 "테스트에 성공했습니다!" 메시지 출력

- **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

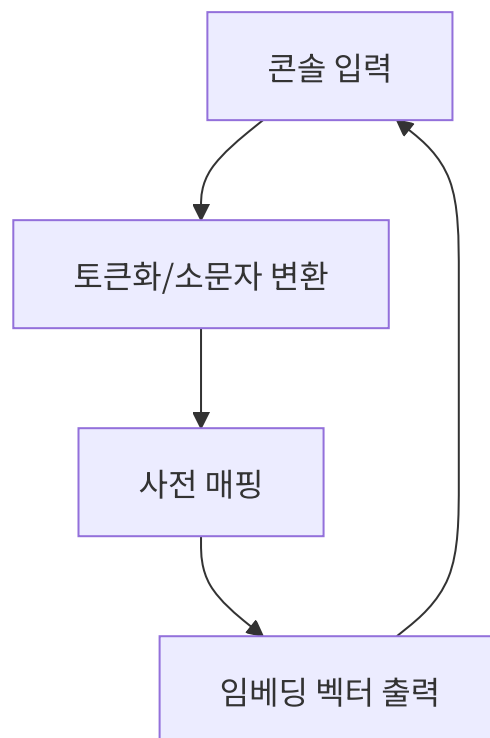
본 프로그램은 사전학습된 AI 모델을 활용하여 요청 받은 Query 문장들에 대한 분류를 수행하고 결과를 제공하는 AI 서비스 플랫폼입니다.

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

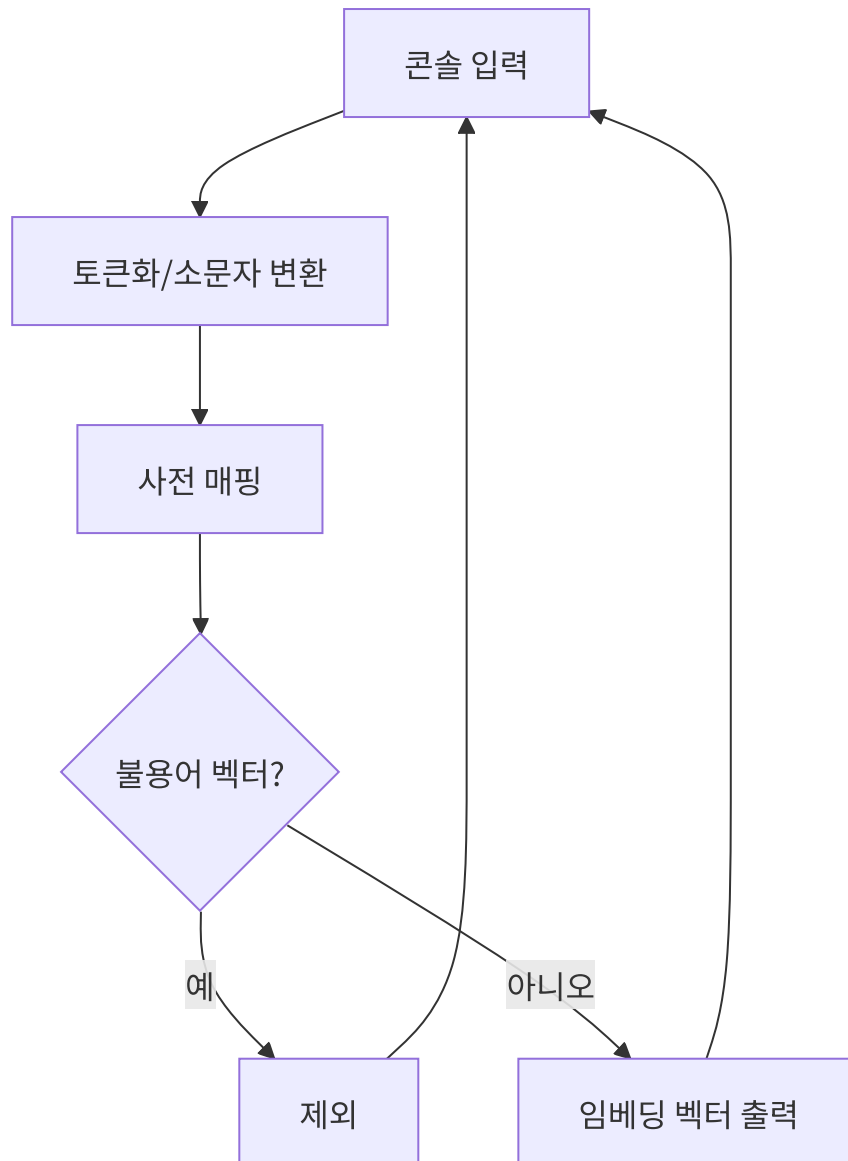
- `loadDictionary`: DICTIONARY.TXT 파일을 읽어 단어-벡터 매핑
- `main`: 입력 문장 토큰화, 소문자 변환, 사전 참조, 결과 출력
- 반복 입력/출력, 종료 없음

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

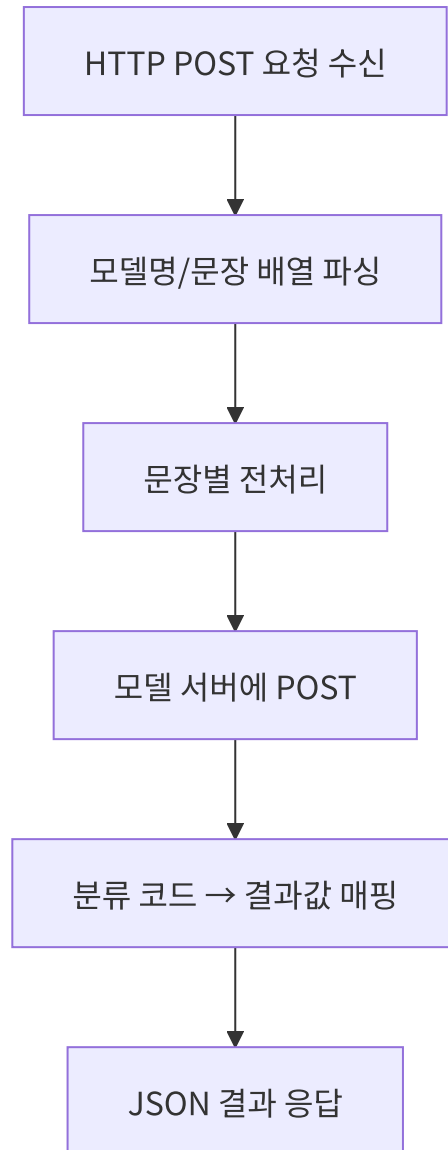
- `loadStopwords`: STOPWORD.TXT의 각 줄을 Set에 저장
- 메인 로직에서 불용어 벡터는 출력에서 제외

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 `Map`을 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
<code>start()</code>	스레드 실행 시작
<code>run()</code>	스레드가 실행할 코드 작성
<code>sleep(ms)</code>	지정 시간(ms) 동안 일시 정지
<code>join()</code>	다른 스레드가 종료될 때까지 대기
<code>interrupt()</code>	스레드에 인터럽트 신호 전달
<code>isAlive()</code>	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 실전 예제: 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}\\.\\.\\d{1,3}\\.\\.\\d{1,3}\\.\\.\\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");  
}  
  
}
```

