

부산 지역 기술 기반 대안 식문화 네비게이션 플랫폼 개발 기획안

프로젝트명: Busan Vegan & Halal Map

목표: 부산 지역 대안 식문화(채식·할랄) 수요를 위한 기술 기반 네비게이션 플랫폼

작성일: 2026년 7월

목차

- 부산 지역 대안 식문화 F&B 인프라 실태 및 정보 비대칭성
- 채식 및 대안 식문화 시장성 및 소비자 행동 특징
- 국내외 유사 서비스 아키텍처 및 로컬 적용 한계성
- 소프트웨어 기능 및 비기능 요구사항 명세 (SRS)
- 지리정보 시스템(GIS) 최적화 및 기술 스택 상세 설계
- 다차원 확장 아키텍처 및 미래 전략 로드맵

1. 부산 지역 대안 식문화 F&B 인프라 실태 및 정보 비대칭성

1.1. 부산 지역 채식 인프라의 양적 한계와 공간적 편중

대한민국 제2의 도시이자 국제 관광 도시인 부산광역시에는 뉴욕이나 런던과 같은 글로벌 대도시와 비교했을 때 **채식주의자를 위한 식음료 인프라가 절대적으로 부족하다**.

실제 데이터 기반의 실태 조사에 따르면, 구글 지도에 등록되어 작동 중인 부산 권역 내 비건 전문 식당은 **총 15곳 내외에 불과**한 것으로 파악된다. 이러한 수치는 채식 인프라의 서울 및 수도권 집중 현상과 맞물려, 부산을 방문하는 국내외 채식 지향주의자들이 일상적인 외식 솔루션을 확보하는 데 심각한 진입 장벽으로 작용하고 있다.

현재 부산 내에서 영업 중인 주요 비건 식당 및 카페는 특정 행정구역에 고도로 파편화되어 존재한다.

매장명	위치	특징
소반식당 (소반비건)	부산대학교 부민캠퍼스 인근 (도보 10분)	연잎밥과 정갈한 반찬 제공
베지나랑	영도구, 수영구 일대	아보카도를 전문, 높은 평가
나유타 카페	금정구 장전동 장성시장 내	요일별 공유 주방 운영
오붓한	—	대안 식단 수요 분담
예인찻집	—	대안 식단 수요 분담
조선스낵	신세계백화점 내 입점	대안 식단 수요 분담

지리적 분포가 넓지 않아 **일상적 접근성은 극히 저조하다**.

1.2. 한식 조리 모델의 교차 오염 요인과 외식 장벽

한국의 전통적인 F&B 환경은 **완전 채식주의자(Strict Vegan)**에게 극도로 가혹한 구조를 지니고 있다.

- **육수 조리 과정:** 대다수 한식당은 겉보기에 야채 중심인 메뉴일지라도 육수 조리 과정에서 멸치, 디포리, 고기 뼈 등을 필수적으로 활용
- **김치류:** 새우젓이나 까나리액젓과 같은 동물성 원료가 잠재되어 있음
- **두부 요리:** 순두부찌개나 된장찌개 조리 시에도 고기 육수나 조개류가 기본 베이스로 사용되는 경우가 허다

일반 외식 업장의 조리 종사자들은 특정 메뉴에 육류나 어패류 성분이 잔존하는지 여부를 인지하지 못하는 경우가 많아, **구두 문의만으로는 완전한 비건 식단을 보장받기 어렵다.**

채식 지향자들은 가공식품을 구매할 때조차 유제품이나 동물성 부산물 함유 여부를 **라벨링 분석을 통해 직접 검증해야 하는 과도한 인지적 비용**을 치르고 있다.

1.3. 동적 운영 공간의 메타데이터 유실 문제

부산 지역 대안 식문화 공간들의 또 다른 운영적 특수성은 **하이브리드형 공유 공간 운영 모델**에 있다.

장성시장 나유타 카페 사례:

나유타 카페는 단일 점주가 상시 운영하는 전통적인 자영업 형태가 아니며, **세 명의 독립 기획자가 요일별로 주방 공간을 분할하여 운영하는 시스템**을 취하고 있다.

요일	운영자
월요일	히요 식당
화·수·목요일	말란드로의 테이블
금·토요일	나카

메뉴 또한 매주 동적으로 변경된다.

이러한 동적 가변 매장의 스케줄 정보와 메뉴 메타데이터는 기존의 네이버 지도나 카카오맵, 구글 지도 등 **정형화된 상호명 중심의 대형 지도 서비스에 반영되지 못하고 유실된다.** 사용자는 매번 이들의 개별 SNS 채널을 탐색하여 일정을 대조해야 하며, 이는 플랫폼을 통한 실시간 예약 및 방문 결정을 원천적으로 가로막는 장애요인이 된다.

1.4. 부산 무슬림 친화 식음료 인프라 및 편의시설 실태

부산을 찾는 이슬람 권역 외국인 관광객과 비즈니스 수요를 위한 **할랄(Halal) 및 무슬림 친화 F&B 인프라**는 매우 제한적인 범위 내에서 관리되고 있다.

구분	세부 분류 및 지정 기준	부산 내 인프라 확보 현황
할랄 인증 식당	이슬람 공인 기구로부터 원재료 및 조리 전 과정에 대한 공식 할랄 인증을 획득한 업장	1개소 (예: 더할랄가이즈 해운대점 등)
자가 인증 식당	무슬림 운영자 또는 조리사가 직접 할랄 식재료만을 사용하여 신뢰성을 보증하는 식당	1개소
무슬림 프렌들리	일부 또는 전체 메뉴에 대해 할랄 요리를 제공하되, 매장 내 주류 판매를 허용하는 식당	18개소

구분	세부 분류 및 지정 기준	부산 내 인프라 확보 현황
포크 프리	별도의 할랄 메뉴는 없으나 이슬람에서 금기시하는 돼지고기 성분을 일절 사용하지 않는 식당	3개소
기도실 인프라	일 5회 기도를 수행하는 무슬림을 위한 상설 및 임시 예배 공간	총 14개소 (상설 3개소, 임시 11개소)

핵심 인사이트: 무슬림 관광객의 경우 육류가 일절 배제된 채식 요리나 어류(해산물) 요리는 할랄 인증 없이도 교리상 자유롭게 취식이 가능하다. 그러나 현재의 지도 서비스들은 채식주의 정보와 무슬림 친화 정보를 파편화하여 제공하기 때문에, 두 영역의 공통분모를 활용한 하이브리드 탐색이 불가능한 실정이다.

2. 채식 및 대안 식문화 시장성 및 소비자 행동 특징

2.1. 국내 채식 시장의 양적 팽창 추이

국내 채식 지향 인구는 건강 지향적 라이프스타일의 확산, 가치 소비, 환경 및 동물권 보호 의식의 고조와 맞물려 **가파른 성장**세를 이어가고 있다.

연도	채식 실천 인구	비고
2022년	약 200만 명 (전체 인구의 약 4%)	—
2023년	약 250만 명	전년비 25% 증가

완전 비건뿐만 아니라 주기적으로 채식을 실천하는 **플렉시테리언 및 간헐적 채식 참여 계층**이 두터워지고 있음을 반증한다.

2.2. 인구통계학적 세분 시장 분석 및 동기 요인

분석 범주	세부 실천율 및 의향	주된 선택 동기 및 거부 요인
성인 여성	채식 실천 의향 42% (남성 32% 대비 10%p 우세)	미용 목적의 체중 관리, 다이어트 및 피부 개선 효과(29%), 환경 및 윤리적 소비 지향
청년층 (18~39세)	채식주의 미동참률 약 54~60% 상회	육류 및 유제품 특유의 맛 선호도가 매우 높아 실천 장벽으로 작용, 편의점 등 대체재 탐색 한계
중장년층 (50대)	채식 참여율 및 전환 의향 지속 증가세 (전년비 6%p 상승)	만성 질환 예방 및 심혈관계 건강 유지 관리 등 신체적 니즈
고령층 (60대 이상)	채식 참여 목적 내 건강 비중 **90%** 에 육박	노화에 따른 소화 대사 능력 개선, 치료 및 질병 통제 목적

2.3. 인바운드 외국인 관광객의 다문화 식생활 탐색 병목

부산광역시를 방문하는 인바운드 외국인 관광객 중 **영미권 및 유럽발 채식주의자**와 **동남아·중동발 무슬림**의 비율은 내국인 평균치보다 현저히 높게 관측된다.

이들은 국내에 체류하는 동안 **언어 장벽 및 표기 미비**로 인해 식재료의 투명성을 보장받지 못한다.

- 다수의 외국인 채식주의자들이 한국의 편의점 가공식품이나 일반 한식 업장에서 원재료명을 번역 앱(Papago 등)으로 식별하는 데 한계를 느낌
- 외식 자체를 꺼리거나 높은 비용을 지불하고 한정된 외국인 대상 식당만을 이용하는 경향

매장의 메뉴 명칭은 물론 주소, 원재료 성분 정보까지 완벽하게 외국어로 로컬라이제이션한 디지털 플랫폼의 확보가 절실한 시점이다.

3. 국내외 유사 서비스 아키텍처 및 로컬 적용 한계성

3.1. 글로벌 플랫폼: HappyCow (해피카우)

3.1.1. 주요 스펙 및 강점

항목	내용
서비스 범위	전 세계 185개국, 24만 개 이상 의 식당 및 상점 데이터
커뮤니티 규모	187만 개 이상 의 리뷰, 300만 장 이상 의 사진
카테고리 필터	Restaurants, Cafe, Bakery, Ice cream, Food truck, Juice Bar 등
핵심 기능	'Redo search when map moved' (지도 이동 시 실시간 재검색), 오프라인 로컬 캐싱

3.1.2. 로컬 비즈니스적 마찰 및 한계

문제점	상세
부산 등 지방 도시의 정보 공백	자발적 유저 클라우드소싱과 글로벌 앰배서더의 수동 검증에 의존 → 지방 도시 신규 업장 등록 누락, 폐업 정보 수개월 방치
느리고 경직된 승인 프로세스	일반 사용자의 업장 등록 시 본사 어드민 팀 검토 지연, 엄격한 반려 기준으로 리스팅 거부 사례 빈번
기능적 결함	iOS 버전 유료 구매 유도, '전화하기' 버튼 연동 불량, 인앱 브라우저 호환성 문제 등 장기 미해결 버그

3.2. 국내 플랫폼: 채식한끼 (Vegefeed)

3.2.1. 주요 스펙 및 강점

항목	내용
운영사	(주)비온드넥스트
핵심 기능	가입 시 채식 유형별(비건, 락토, 오보 등) 타겟 추천, 식단 일기·영양 트래킹, 비건 레시피 공유 피드
커머스	'채식한끼몰(비건지향)' 자체 PB 상품 연계

3.2.2. 로컬 비즈니스적 마찰 및 한계

문제점	상세
검색 반경 고정	GIS 엔진 설계 관점에서 탐색 반경이 사전에 정의된 범위로 고정 → 유연한 광역/마이크로 검색 불가
수도권 이외 지역 소외	플랫폼 데이터의 90% 이상이 서울에 집중 → 부산 등 영남권 지역에서는 무용지물에 가까움
동적 데이터 모델 부재	지역 밀착형 실시간 영업시간 동기화, 요일별 공유 주방 형태 등 가변 데이터 관리 기능 부재

3.3. 유사 서비스 핵심 차별화 매트릭스

비교 세부 항목	HappyCow	채식한끼	본 제안 플랫폼
핵심 지리 권역	글로벌 대도시 중심	서울 및 수도권 중심	부산 및 남부권 관광 거점 특화
운영 데이터 가변성	정적 매장 정보 중심	정적 매장 정보 중심	요일별 공간 공유 및 셰프 스케줄 동적 맵핑
식재료 필터 분류	채식 유형 3~4단계	채식 유형 5단계	채식 5단계 + 할랄 4단계 + 식약처 22종 알레르기
정보 등록 승인 기간	수일~수주일 소요 (지연율 높음)	내부 편집팀 수동 검증	로컬 앰배서더 검증 기반 분산 실시간 자동 승인
비즈니스 모델 확장	프리미엄 앱 판매 및 글로벌 광고	입점형 PB 커머스 물 연계	다문화 안심 관광 패키지, O2O 로컬 딜리버리 연계

4. 소프트웨어 기능 및 비기능 요구사항 명세 (SRS)

본 명세서는 표준적인 요구사항 명세 가이드라인을 엄격히 준수하여 **주관적 표현을 배제**하고 개발팀이 정량적으로 검증 및 테스트할 수 있도록 작성되었다.

4.1. 기능적 요구사항 (Functional Requirements)

FR-01: 동적 공간 이동식 재검색 및 실시간 GIS 매핑

설명: 사용자가 지도를 탐색하거나 마우스/터치로 중심점을 이동할 시, 변경된 중심점을 기준으로 반경 N km 내의 조건에 부합하는 공간 데이터를 실시간으로 동기화하여 마커로 표출해야 한다.

상세 규칙:

- 1. HappyCow의 'Redo search when map moved' 기능을 벤치마킹하여, 지도 드래그 종료(**dragend**) 이벤트 감지 후 ****300ms 디바운싱(Debouncing)****을 적용하여 공간 필터링 쿼리를 자동 호출
- 2. 동시 바인딩되는 마커가 **50개 이상**일 경우, 브라우저 메모리 부하 방지를 위해 거리 기반 **마커 클러스터링(Marker Clustering)** 알고리즘을 강제 수행
- 3. **사용자 권한 요구:** 현재 위치 탐색을 위한 브라우저/디바이스의 고정밀 GPS 위치 정보 접근 권한(Geolocation API) 동의를 필수적

FR-02: 식약처 기준 22대 알레르기 유발 물질 및 채식 단계 다차원 필터링

설명: 사용자는 개인 프로필 또는 온보딩 과정에서 자신의 채식 유형 및 기피하는 알레르기 유발 식재료를 선택할 수 있으며, 시스템은 지도 화면에서 해당 성분이 포함된 메뉴를 판매하는 매장을 원천 배제해야 한다.

필터링 대상 성분 (식약처 22종 의무 표시 기준):

분류 ID	대상 알레르기 유발 물질 범주
Category A	난류(가금류), 우유, 메밀, 땅콩, 대두, 밀
Category B	고등어, 게, 새우, 돼지고기, 복숭아, 토마토, 아황산류
Category C	호두, 닭고기, 쇠고기, 오징어
Category D	조개류 (굴, 전복, 홍합 포함)

FR-03: 요일별 공간 공유 및 동적 메뉴 스케줄링 연동

설명: 하나의 점포 공간을 여러 명의 요리사가 요일별로 분할 지배하여 운영하는 로컬 매장(예: 나유타 카페)의 라이브 현황을 가변 인터페이스로 노출한다.

상세 규칙:

- 1. 시스템의 서버 표준 시간(KST) 및 현재 요일 값을 파싱하여, 지도 마커 클릭 시 나타나는 팝업 창에 '오늘의 요리사' 정보와 '**금주의 동적 메뉴**'를 우선 렌더링
- 2. 상세 뷰 페이지에서는 요일별 요리사의 프로필 정보 및 외부 SNS 채널(Facebook, Instagram 등)의 **다이렉트 딥 링크(Deep Link)**를 매끄럽게 연결

FR-04: 로컬 커뮤니티 기반의 크라우드소싱 등록 및 2단계 앰배서더 검증 워크플로우

설명: 사용자가 직접 신규 비건/할랄 공간 정보를 제보하는 기능으로, 해피카우의 승인 지연 문제를 극복하기 위해 다단계 분산 검증 모델을 설계한다.

상세 프로세스:

1단계: 사용자 등록 요청

상호명, 주소(Kakao Map API 연동), 메뉴 사진, 비건 등급 정보 입력

이미지 첨부을 위한 기기 사진/미디어 접근 권한 요구

등록 요청 제출

2단계: 앰배서더 검증

반경 10km 이내 거주 로컬 인증 '앰배서더' 등급 유저에게 모바일 푸시 알림 발송

24시간 이내 2명 이상의 앰배서더 교차 승인

가승인 마커로 라이브 표출 → 최종 관리자 검토로 데이터 무결성 확보

4.2. 비기능적 요구사항 (Non-Functional Requirements)

NFR-01: 시스템 가용성 및 위치 탐색 성능 보장

성능 지표	요구 사양
지연 속도 (Latency)	서버 SQL 쿼리 처리부터 API JSON 응답까지 최대 800ms 이내 (네트워크 대역폭 혼잡도 제외)
동시성 처리 능력	가상 사용자 5,000명 이 동시에 지도 영역 내 실시간 필터 전환 쿼리를 수행하더라도 성능 저하 없이 일관된 응답 속도 제공

NFR-02: 다국어 현지화 및 글로벌 접근성

요구 사양	상세
로컬라이제이션	인바운드 관광객을 고려하여 모든 UI 텍스트, 식당 주소, 메뉴 상세 메타데이터 및 특이사항 등에 대한 완전한 영어 번역 데이터셋 보장

5. 지리정보 시스템(GIS) 최적화 및 기술 스택 상세 설계

5.1. 지도 API 아키텍처 비교 분석: Kakao Map vs Naver Map

국내 서비스 구현 시 핵심 컴포넌트인 지도 API의 최적 선택을 위한 상세 아키텍처 비교:

비교 범주	네이버 지도 API (NAVER Cloud Platform)	카카오 지도 API (Kakao Developers)
과금 아키텍처	월 단위 합산 과금: 일시적 트래픽 폭증이 월 무료 한도 내에서 안전하게 흡수 가능	일 단위 한도 제약: 일일 쿼터 초과 시 명확한 종량제 단가로 과금 → 비용 투명성 및 예측 용이
무료 쿼터 규모	월간 10,000,000건 무료 (소규모 스타트업 테스트 단계 완벽 무과금 구현 가능)	일간 300,000건 무료 (월간 누적 약 9,000,000건 상당)
장소 키워드 검색 라이브러리	지원 불가: 주소 좌표 지오코딩 변환만 가능 → 자체 키워드 검색 엔진을 뒷단에 직접 구현 필요	강력한 기본 탑재: <code>kakao.maps.services.Places</code> 객체를 통해 키워드 기반 로컬 장소 검색 및 카테고리 기반 자동 필터링 네이티브 제공
외국어 정확도 및 최신성	다국어 레이어 영문 철자 가독성 우수, 로컬 비즈니스 최신 영업 정보 업데이트 주기 소폭 우세	로컬 유저 유입 기반 맵 레이아웃 및 폰트 가시성 우수, 정밀 영문 지도 검색 지원 일부 한계 보고

채택 의사결정

본 플랫폼은 "해운대 할랄 레스토랑", "금정구 비건 카페" 등 **자연어 키워드로 지도 중심 영역을 전환**하고 연관 상점을 동적 매핑하는 검색 패턴이 주류를 이룬다.

주소 기반 지오코딩만 제공하는 네이버 지도 API에 비해, 자체 카테고리 및 장소 검색 SDK 라이브러리를 통합 지원하는 카카오 지도 API가 플랫폼 초기 구축 비용과 백엔드 검색 엔진 개발 공수를 대폭 절감할 수 있으므로 주 스택으로 최종 선정한다.

5.2. 프론트엔드 컴포넌트 라이프사이클 및 동적 마커 렌더링 설계

React v18+ 환경에서 카카오 지도 인스턴스의 메모리 누수(Memory Leak)를 방지하고, 사용자가 입력하는 동적 필터 상태값 변화에 유연하게 대처할 수 있도록 **훅(Hook)** 구조의 컴포넌트 렌더링 라이프사이클을 정밀 설계한다.

```
import React, { useEffect, useRef, useState } from 'react';

// 카카오 지도 SDK의 타입 안전성 확보를 위한 인터페이스 선언
interface StoreMarkerData {
  id: number;
  name: string;
  lat: number;
  lng: number;
  tags: string[];
}

interface BusanAlternativeMapProps {
  activeTags: string[]; // 사용자가 활성화한 교차 대안식/알레르기 태그 필터 집합
}

export const BusanAlternativeMap: React.FC<BusanAlternativeMapProps> = ({
  activeTags
}) => {
  const mapContainerRef = useRef<HTMLDivElement>(null);
  const mapInstanceRef = useRef<any>(null);
  const [stores, setStores] = useState<StoreMarkerData[]>([]);
  const activeMarkersRef = useRef<any[]>([]);

  // 1단계: Kakao Map SDK 동적 인젝션 및 초기 맵 바인딩
  useEffect(() => {
    const script = document.createElement('script');
    script.src = `https://dapi.kakao.com/v2/maps/sdk.js?
appkey=${import.meta.env.VITE_KAKAO_MAP_KEY}&libraries=services,clusterer&
utoload=false`;
    script.async = true;

    script.addEventListener('load', () => {
      window.kakao.maps.load(() => {
        if (!mapContainerRef.current) return;

        const initialCenter = new window.kakao.maps.LatLng(35.1796,
129.0756); // 부산시청 기준 중심점
        const options = {
          center: initialCenter,
          level: 5 // 부산 골목길 식당의 세밀한 위치 식별을 고려한 레벨 설정
        };

        mapInstanceRef.current = new
```



```

window.kakao.maps.Map(mapContainerRef.current, options);

// HappyCow형 지도 중심 이동 시 재검색 이벤트 등록
window.kakao.maps.event.addListener(mapInstanceRef.current,
'dragend', () => {
  handleMapBoundaryChange();
});
});
});

document.head.appendChild(script);
return () => {
  script.remove();
};
}, []);

// 2단계: 경위도 반경 획득 및 서버 동적 통신 API 호출
const handleMapBoundaryChange = async () => {
  if (!mapInstanceRef.current) return;
  const center = mapInstanceRef.current.getCenter();
  const lat = center.getLat();
  const lng = center.getLng();

  // REST API를 통해 현재 중심점 위경도 기반 반경 2km 이내의 필터링 상점 목록 호출
  try {
    const response = await fetch(
      `/api/stores/search?
lat=${lat}&lng=${lng}&radius=2000&tags=${activeTags.join(',')}`
    );
    const data = await response.json() as StoreMarkerData[];
    setStores(data);
  } catch (error) {
    console.error("GIS 데이터 동기화 실패:", error);
  }
};

// 3단계: React 상태 가상 돔 변화에 따른 카카오맵 네이티브 마커 클린 레이아웃 업데이트
useEffect(() => {
  if (!mapInstanceRef.current) return;

  // 기존 맵 마커 인스턴스 소멸 처리 (메모리 릭 방지)
  activeMarkersRef.current.forEach(marker => marker.setMap(null));
  activeMarkersRef.current = [];

  // 신규 상점 마커 마운트
  stores.forEach(store => {
    const markerPosition = new window.kakao.maps.LatLng(store.lat,
store.lng);
    const markerImageSrc = store.tags.includes('halal')
      ? 'https://cdn-icons-png.flaticon.com/512/islamic-halal.png'
      : 'https://cdn-icons-png.flaticon.com/512/vegan-marker.png';

    const markerImage = new window.kakao.maps.MarkerImage(
      markerImageSrc,

```

```

        new window.kakao.maps.Size(34, 34)
    );

    const marker = new window.kakao.maps.Marker({
        position: markerPosition,
        image: markerImage,
        title: store.name
    });

    marker.setMap(mapInstanceRef.current);
    activeMarkersRef.current.push(marker);
    });
}, [stores]);

return <div ref={mapContainerRef} style={{ width: '100%', height: '100%'
}} />;
};

```

5.3. 백엔드 데이터베이스 고성능 공간 연산 쿼리 구조 최적화

공간 정보를 실시간 검색할 때 다수의 매장 데이터를 효율적으로 다루기 위해 하버사인 공식 등의 삼각함수를 직접 데이터베이스 연산식에 반영하는 일은 **지양**해야 한다. 공간 인덱스를 우회함으로써 심각한 CPU 병목 현상이 초래되기 때문이다.

본 아키텍처는 **PostgreSQL 데이터베이스의 지리정보 확장 모듈인 PostGIS**를 활성화하고, 지오메트리 대신 구형 지구 모델상에서 정확한 미터 단위 실거리를 연산하는 '**Geography**' 타입과 공간 검색 전용 **GiST 인덱스**를 적용한다.

5.3.1. PostGIS 및 GIN 다중 인덱스 기반 스키마 설계

```

-- 지리 좌표 연산 확장 설치 및 테이블 구조화
CREATE EXTENSION IF NOT EXISTS postgis;

CREATE TABLE alternative_stores (
    id SERIAL PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(255) NOT NULL,
    address VARCHAR(500) NOT NULL,
    -- WGS 84 기준 구면 지리 좌표계 포인트 컬럼 생성
    location GEOGRAPHY(POINT, 4326) NOT NULL,
    -- GIN 인덱스를 통해 매칭 성능을 극대화하기 위해 태그 컬럼을 text 배열로 영속화
    tags TEXT[] NOT NULL
);

-- 공간 탐색 쿼리 가속을 위한 GiST 인덱스 빌드
CREATE INDEX idx_stores_geom ON alternative_stores USING GIST (location);

-- 비건 단계, 알레르기 원료, 할랄 세부 분류 다중 키워드 교차 조회를 위한 GIN(Generalized Inverted Index) 구축
CREATE INDEX idx_stores_tags_gin ON alternative_stores USING GIN (tags);

```

5.3.2. 인덱스 매칭 기반의 2D 공간 필터링 고성능 질의 수행

지도의 중심 좌표(예: 경도 129.0756, 위도 35.1796)로부터 **반경 2,000m 범위 내에** 있으면서, 사용자가 설정한 'vegan'(비건) 및 'gluten-free'(글루텐 프리) 교차 조건을 만족하는 **최단거리 정렬 목록**을 추출한다.

```
SELECT
  id,
  name,
  address,
  tags,
  -- 소수점 연산 최적화를 위한 구형 평탄화 매커니즘
  ST_Distance(
    location,
    ST_SetSRID(ST_MakePoint(129.0756, 35.1796), 4326)::geography,
    false
  ) AS distance_meters
FROM
  alternative_stores
WHERE
  -- GiST 인덱스를 타는 공간 포함 조건절 (내부 바운딩 박스 연산 자동 수행)
  ST_DWithin(
    location,
    ST_SetSRID(ST_MakePoint(129.0756, 35.1796), 4326)::geography,
    2000.0,
    false
  )
  -- GIN 인덱스를 타는 배열 일치 연산자(@>) (두 태그가 모두 포함되어 있는지 확인)
  AND tags @> ARRAY['vegan', 'gluten-free']::text[]
ORDER BY
  distance_meters ASC
LIMIT 50;
```

5.3.3. 배열 컬럼 연산 성능과 매핑 관계 테이블(Junction Table)의 정량적 비교 논거

데이터베이스 설계 관점에서 대안 식사 태그 정보를 매핑 테이블을 두어 정규화할지, 아니면 PostgreSQL 특화 배열(Array) 데이터 타입으로 직렬화할지 결정하기 위한 상세 의사결정 트레이드오프 분석:

비교 항목	매핑 테이블 (Junction Table) 방식	배열 컬럼 (TEXT[]) 방식
물리 저장 공간	300만 개 단위에서 디스크 점유 용량 최대 2배 이상 비대	단일 레코드 내 직렬화 → 저장 공간 대폭 절감
쓰기 오버헤드	5개 태그 등록 시 1회 단일 Row 쓰기가 아닌 6회 트랜잭션 쓰기 발생 → 쓰기 증폭	1회 쓰기로 완료
읽기 성능	상점 테이블, 교차 테이블, 태그 메타테이블까지 총 3개 테이블 디스크 조인 필요 → 물리적 무작위 탐색 연산 발생	단 한 번의 인덱스 탐색 으로 메모리 내 결과 도출 → JOIN 연산 완전 배제

비교 항목	맵핑 테이블 (Junction Table) 방식	배열 컬럼 (TEXT[]) 방식
데이터 무결성	외래키 제약조건으로 엄격한 통제 가능	오타 입력 등 예외 관리가 필요 → 백엔드 애플리케이션 도메인 검증 파이프라인에서 해결

결론: 지도 기반 서비스의 특성상 화면 스크롤 시 **초당 수백 회의 읽기 쿼리**가 발생하므로, GIN 역색인이 적용된 **배열 컬럼 방식**을 채택한다.

6. 다차원 확장 아키텍처 및 미래 전략 로드맵

6.1. 무슬림 안심 관광을 위한 할랄 및 기도실 복합 매핑 연동

부산 지역이 보유한 데이터를 통합 지도 엔진에 결합:

- 무슬림 친화 식당: 23개소 위치 데이터
- 기도실: 14개소 (상설 3개소 + 임시 11개소) 공간 메타데이터

추가 필터 구성:

- 기도실 보유 여부
- 할랄 신뢰 등급 (인증 / 자가 / 프렌들리 / 포크프리)

핵심 기능: 무슬림 관광객이 자신의 스마트폰 GPS 기반 실시간 동선 상에서 **식사와 종교 의례(예배 시간 동기화 알림 발송 등)**를 **원스톱으로 처리**할 수 있는 안심 가이드 탑재

6.2. 비건-할랄-알레르기 다차원 교차 필터링 및 지능형 큐레이션 알고리즘

소비자의 개인적 취향, 알레르기 예방 요구 조건, 그리고 종교적 금기 성분은 **상호 배타적이지 않고 고도로 융합된 복합 형태의 행동 경향성**을 지닌다.

예시: "글루텐 유발 밀가루 성분을 먹지 않는 비건 지향 무슬림"

이를 지원하기 위해 **맞춤형 개인화 추천 스코어링** 수식을 도입한다.

추천 스코어링 수식

$$S_{ij} = w_v \cdot V_i + w_h \cdot H_i + w_a \cdot (22 - \sum_{k \in A_{user}} D_{ik}) - \infty \cdot \max_{k \in A_{user}} (D_{ik} \cdot p_{jk})$$

변수 엔지니어링 세부 가이드라인

변수	설명	값
S_{ij}	사용자 j 에 대한 특정 매장 i 의 최종 가시성 점수	연산 결과
V_i	매장의 비건 적합 지표	완전 비건: 1.0 / 비건 메뉴 옵션: 0.5 / 일반 매장: 0.0

변수	설명	값
H_i	매장의 무슬림 친화 수준 지표	공식 할랄 인증: 1.0 / 무슬림 프렌들리: 0.5 / 논-할랄: 0.0
w_v, w_h, w_a	사용자 온보딩 설문 결과에 따라 매팅되는 개인별 정 밀 가중치 계수	사용자 프로필 기반
A_{user}	사용자가 '기피 대상'으로 선택 등록한 유해 유발 물 질 식별 코드 배열	유저 설정값
D_{ik}	매장 i 의 원재료 세트 내 알레르기 성분 k 의 함유 여 부 이진 지표	1.0 또는 0.0
p_{jk}	사용자 j 가 설정한 성분 k 에 대한 거부 필터 활성화 여부 값	1.0 또는 0.0

알고리즘 핵심 메커니즘

최종 연산 단계에서 사용자가 기피 설정한 특정 유해 물질이 매장 메뉴에 **미량이라도 검출되는 즉시**, 무한대 감소 인자 $(-\infty)$ 의 승산 가중 연산이 **강제 트리거**된다.

이를 통해 필터 매칭에 오류가 발생하는 위험 매장을 목록에서 **원천적으로 배제**하며, 안전성이 100% 보증된 안심 청
정 업장들만 **화면 상단 최우선 순위로 유연하게 정렬** 노출된다.

6.3. HappyCow 및 채식한끼 비즈니스 모델 고도화 연계

다문화 안심 관광 패키지

전략	상세
대안 식단 이커머 스 채널	해피카우의 비건 화장품·펫푸드·비건 초콜릿·글루텐 프리 쿠키 등 광범위한 대체 라이프스타일 상품 중개 모델 + 채식한끼 PB 상품 몰 통합
로컬 그린 스토어	부산 지역 유기농 로컬 농가 연계 식물성 단백질 가공품 유통 파이프라인을 앱 내부로 내재화

O2O 로컬 그린 스마트 배달 연계망

전략	상세
배달 인프라	셔틀(Shuttle) 등 국내 외국인 특화 배달 대행 시스템과 결합
교차 향미 오염 차단	채식 요리와 육류 요리가 섞이는 문제를 차단하기 위한 '그린 푸드 컨테이너 포장재' 특허 기술 도 입
친환경 물류	전기 자전거, 도보 배달원 중심의 물류 라우팅 설계

부록

참고 문헌

- 한국채식연합 채식 인구 통계 (2022~2023)
- 부산광역시 무슬림 친화 식당 및 기도실 현황 (한국관광공사)
- 식품의약품안전처 22대 의무 표시 알레르기 유발 물질 기준
- HappyCow 글로벌 비건 네비게이션 플랫폼 사양서
- (주)비욘드넥스트 채식한끼 서비스 분석
- PostGIS 공식 문서 및 GIS 공간 연산 벤치마크

문의: [프로젝트팀 연락처]