

Fejlesztői Specifikáció - PDF Tápérték & Allergén Kinyerő

Stack: Python 3.13 + FastAPI + Google Gemini AI | React 18 + Vite

Rendszer áttekintés

Cél:

Automatizált tápérték és allergén információk kinyerése strukturálatlan PDF dokumentumokból AI segítségével.

Főbb funkciók

- **Többlépcsős PDF kinyerés:** pdfplumber → PyMuPDF → Tesseract OCR kaszkád
- **Nyelv detektálás:** Automatikus dokumentum nyelv felismerés (magyar, angol, német, francia)
- **AI-alapú kinyerés:** Google Gemini 2.0 Flash intelligens adatkinyeréshez
- **Strukturált kimenet:** Validált JSON tápérték adatokkal (6 mező) és allergénekkal (10 típus)
- **Valós idejű feldolgozás:** Aszinkron FastAPI backend <10mp feldolgozási idővel

Cél adatok, melyeket keresünk:

Tápértékek (100g-ra):

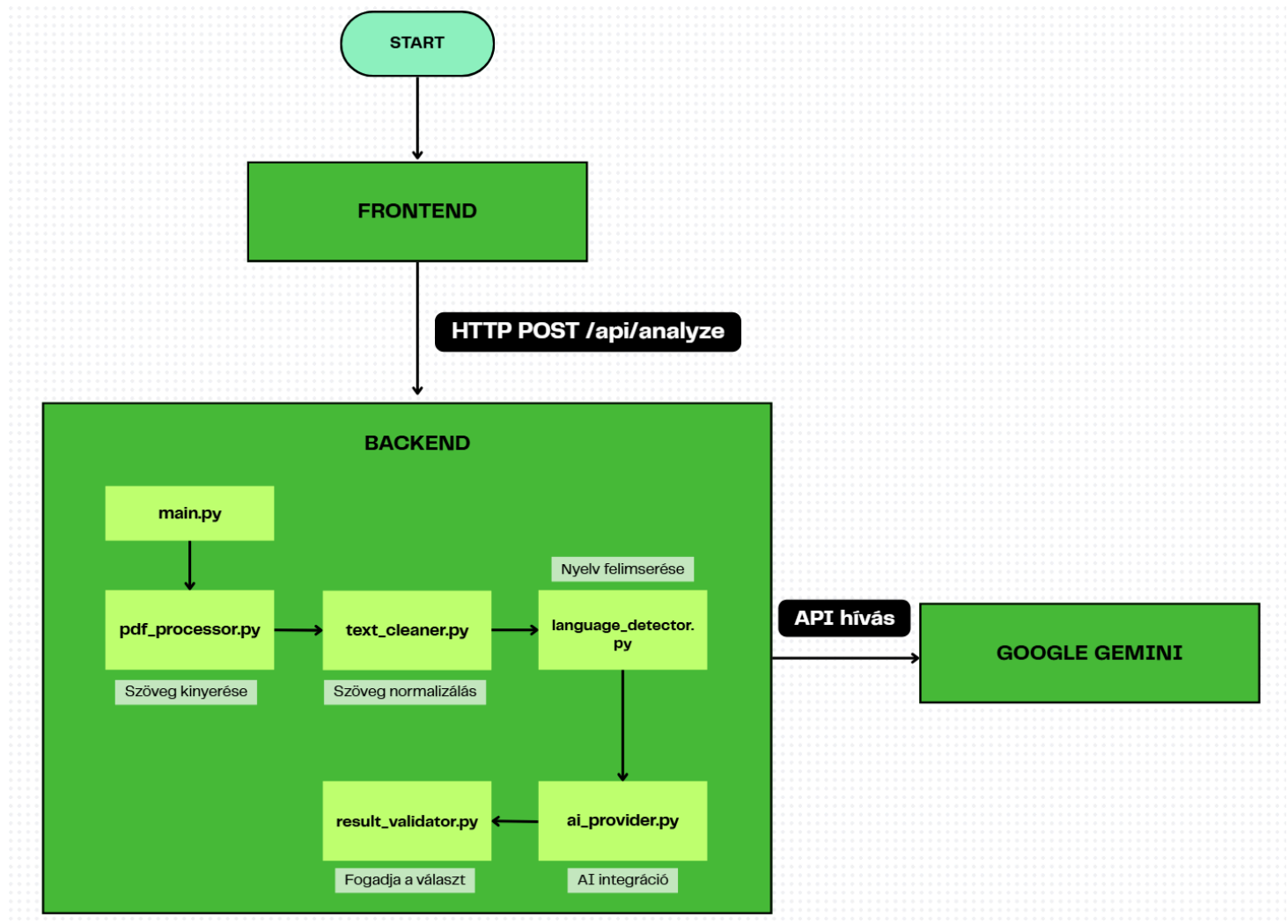
- energia (energy) - kcal
- zsír (fat) - g
- szénhidrát (carbohydrate) - g
- cukor (sugar) - g
- fehérje (protein) - g
- nátrium (sodium) - g
- **Amennyiben a PDF-ben szerepel a só, úgy kiszámolja a nátrium tartalmát**

Allergének (igen/nem):

glutén, tojás, rák, hal, földimogyoró, szója, tej, diófélék, zeller, mustár

Architektúra

Rendszer komponensek



Technológiai stack

Backend:

- **Futtatókörnyezet:** Python
- **Framework:** FastAPI
- **Szerver:** Uvicorn 0.30.6
- **PDF feldolgozás:** pdfplumber, PyMuPDF, pdf2image
- **OCR:** pytesseract, Pillow
- **AI:** google-generativeai 0.8.3
- **Nyelv detektálás:** langdetect
- **Környezet:** python-dotenv

Frontend:

- **Framework:** React 18
- **Build eszköz:** Vite
- **HTTP kliens:** axios
- **Fájl feltöltés:** react-dropzone

Backend specifikáció

Könyvtár struktúra

```
Backend/  
- main.py                # FastAPI app  
- ai_provider.py         # Gemini AI integráció  
- prompt.txt            # AI utasítás sablon  
- pdf_processor.py       # PDF szöveg kinyerés (3-lépcsős)  
- text_cleaner.py        # Szöveg normalizálás  
- language_detector.py   # Nyelv felismerés  
- result_validator.py     # JSON validálás  
- config.py              # Konfiguráció kezelés  
- .env.example           # Környezet sablon  
- requirements.txt       # Python függőségek  
- venv/                  # Virtuális környezet
```

Fő modulok

1. **main.py** - Kérés orchestráció

Végpontok:

```
GET    /                # Állapot ellenőrzés  
GET    /api/config    # Konfiguráció lekérése  
GET    /api/provider   # AI provider listázása  
POST   /api/analyze   # Fő PDF elemző végpont
```

POST /api/analyze folyamat

```

async def analyze_pdf(file: UploadFile):
    # 1.: PDF tartalom kinyerése (pdf_processor.py)
    document = await pdf_processor.extract_document(pdf_bytes)
    # Bemenet: maga a PDF file
    # Kimenet: nyers szöveg

    # 2.: Szöveg tisztítás (text_cleaner.py)
    cleaned_text = TextCleaner.clean_text(document.text)
    # Bemenet: nyers szöveg a pdf_processor-ból
    # Kimenet: tisztított szöveg

    # 3.: Nyelv felismerés (language_detector.py)
    detected_language = LanguageDetector.detect(cleaned_text)
    # Bemenet: tisztított szöveg
    # Kimenet: "hu", "en", "de", "fr", vagy "unknown"

    # 4.: Metaadatok építése
    metadata = {
        "language": detected_language,
        "ocr_used": document.ocr_used,
        "char_count": len(cleaned_text)
    }

    # 5.: AI elemzés (ai_provider.py)
    ai_provider = get_ai_provider()
    extraction_result = await ai_provider.analyze_pdf(
        text=cleaned_text,
        language=detected_language,
        metadata=metadata
    )
    # Bemenet: tisztított szöveg + nyelv
    # Kimenet: JSON tápértékekkel és allergénekkal

    # 6.: Eredmények validálása (result_validator.py)
    validated_result = ResultValidator.validate_and_normalize(extraction_result)
    # Bemenet: AI JSON válasz
    # Kimenet: validált és normalizált JSON

```

Ez egy pipeline, ahol minden modul a kimenetét átadja a következőnek.

Hibakezelés:

- 400: Érvénytelen fájl típus

- 500: Feldolgozási hibák (részletes üzenettel)

2. pdf_processor.py - PDF szöveg kinyerés

4-lépcsős PDF feldolgozási kaszkád:

1. lépcső: pdfplumber

- Leggyorsabb módszer digitális PDF-ekhez
- pdfplumber.open() - belső szöveges objektumok kinyerése
- Visszaad szöveget ha >100 karakter

2. lépcső: PyMuPDF

- Jobb elrendezés kezelés komplex PDF-eknél
- fitz.open() - intelligens szöveg sorba rendezés
- Fallback ha pdfplumber <100 karakter

3. lépcső: Tesseract OCR

- Szkennelt dokumentumokhoz (képből szöveg)
- **Egyszerű képelőkészítés PIL-lel:** Szürkeskála konverzió
- **OCR végrehajtás:** pytesseract.image_to_string()
- **Többnyelvű támogatás:** magyar + angol + német + francia (hun+eng+deu+fra)
- **DPI:** 300 DPI renderelés a Poppler segítségével

4. lépcső: Gemini Vision API (hibrid intelligens fallback)

- **Aktiválás feltételei (bármelyik teljesül):**
 - i. Üres nutrition adatok
 - ii. Minden tápérték `null`
 - iii. **Hiányzó só/nátrium** (kritikus adat, gyakori OCR hiba)
 - iv. **OCR artifaktok észlelése:** "LL" (1.1 helyett), "Sig" (5g helyett), "II" (11 helyett)
- **Működés:** A PDF képét közvetlenül a Gemini multimodális modellnek küldi
- **Előny:** Az LLM **vizuálisan** értelmezi a táblázatokat (nem OCR, hanem AI-alapú képfelismerés)
- **Implementáció:**

```

# Minőség ellenőrzés
def is_poor_quality_result(result, ocr_used):
    # 1. Üres?
    if not result.get("nutrition"): return True
    # 2. Minden null?
    if all(v.get("per_100g") is None for v in result["nutrition"].values()): return True
    # 3. Hiányzik só/nátrium?
    if result["nutrition"].get("nátrium", {}).get("per_100g") is None: return True
    # 4. OCR artifaktok? (LL, Sig, II)
    if ocr_used and any(suspect in str(v) for suspect in ["LL", "Sig", "II"]): return True
    return False

# Vision fallback
if is_poor_quality_result(extraction_result, ocr_used):
    extraction_result = await gemini_vision_api(images)

```

- **Limitáció:** Maximum 3 oldal (API költség optimalizálás)

3. text_cleaner.py - Szöveg normalizálás

```

def clean_text(text: str) -> str:
    """
    Teljes tisztítási folyamat:
    1. Numerikus vesszők javítása (18,9 → 18.9)
    2. Szóközök normalizálása
    3. Zaj eltávolítása (túl sok sortörés, speciális karakterek)
    """
    text = TextCleaner._fix_numeric_commas(text)
    text = TextCleaner._normalize_whitespace(text)
    text = TextCleaner._remove_noise(text)
    return text

```

4. language_detector.py - Nyelv felismerés

```
def detect(text: str) -> str:
    """
    Nyelv felismerés langdetect használatával.
    Visszaad: 'hu', 'en', 'de', 'fr', 'unknown'
    """
    detect_langs(text)
```

5. ai_provider.py - Gemini AI integráció

Fő metódusok:

_extract_nutrition_section(text: str) -> str

- **Cél:** Optimalizálás, csak a tápérték táblázatot küldi Gemini-nek (nem teljes 6000+ karakter)
- **Stratégia:** Markerek keresése: "Nutritional information", "Tápérték adatok", "Energy/Energia"
- **Visszaad:** ~400 karakteres szakasz a tápérték táblázat körül, vagy üres string

analyze_pdf(text, language, metadata) -> Dict

- **Fő feldolgozó metódus**
- **Lépések:**
 - i. Prompt lekérése **_get_prompt()**-tal
 - ii. Tápérték szakasz kinyerése **_extract_nutrition_section()**-nal
 - iii. Végleges prompt építése:
 - Ha szakasz megtalálva: TELJES szöveg (allergének) + SZAKASZ (tápérték)
 - Ha nincs szakasz: csak teljes szöveg
 - iv. Gemini API hívás (async): **model.generate_content_async()**
 - v. JSON válasz feldolgozása **_parse_json_response()**-zal

Prompt stratégia (prompt.txt-ből):

- Felsorolja a pontos magyar kulcsokat tápértékekhez és allergénekhez
- Konkrét BEMENET/KIMENET példát ad (ez fontos)
- Szabályokat specifikál: vessző→pont konverzió, só→nátrium számítás
- Kéri hogy CSAK JSON kimenetet adjon (nincs markdown)

_parse_json_response(response_text: str) -> Dict

- Leveszi a markdown fence-eket (`` `json)
- Feldolgozza a JSON-t
- Fallback: regex kinyerés ha feldolgozás sikertelen
- ValueError-t dob ha JSON nem nyerhető ki

6. result_validator.py - JSON validálás

Validálja a JSON struktúrát és normalizálja az értékeket.

- Biztosítja hogy léteznek a nutrition és allergens kulcsok
- Validálja a tápérték formátumot: {"per_100g": "érték", "unit": "mértékegység"}
- String boolean-okat átalakít valódi boolean-okká
- Normalizálja a null értékeket

Alkalmazott optimalizálások:

- Tápérték szakasz kinyerés (csökkenti Gemini bemenetet 6000→400 karakterre)
- Async/await nem-blokkoló I/O-hoz
- 3-lépcsős PDF kinyerési kaszkád (gyors módszerek előbb)

Frontend specifikáció

Könyvtár struktúra

Frontend/

- src/
 - App.jsx # Fő komponens
 - index.css # Stílusok
 - main.jsx # Belépési pont
- index.html # HTML
- vite.config.js # Vite konfiguráció
- package.json # Függőségek

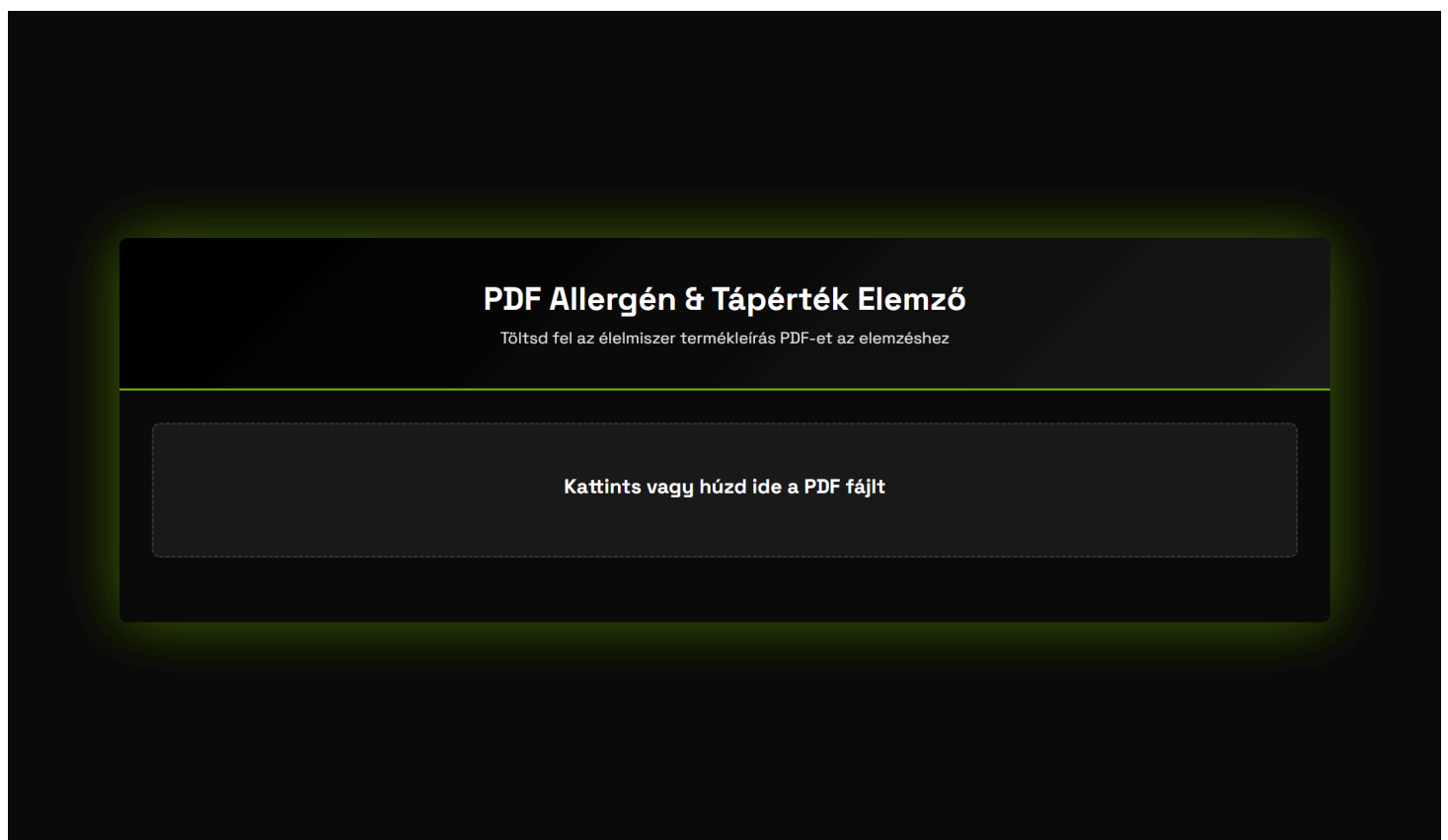
Fő komponens: App.jsx

Főbb funkciók:

1. Fájl feltöltés (react-dropzone):

A **react-dropzone** könyvtárat használjuk drag & drop funkcióhoz:

- **Elfogadott formátum:** Csak PDF fájlok (.pdf)
- **Fájl limit:** Maximum 1 fájl egyszerre
- **Méret limit:** 10 MB maximális fájl méret
- **Drag & drop:** A felhasználó ráhúzhatja a fájlt a feltöltési területre
- **Kattintás:** Kattintással is kiválasztható fájl



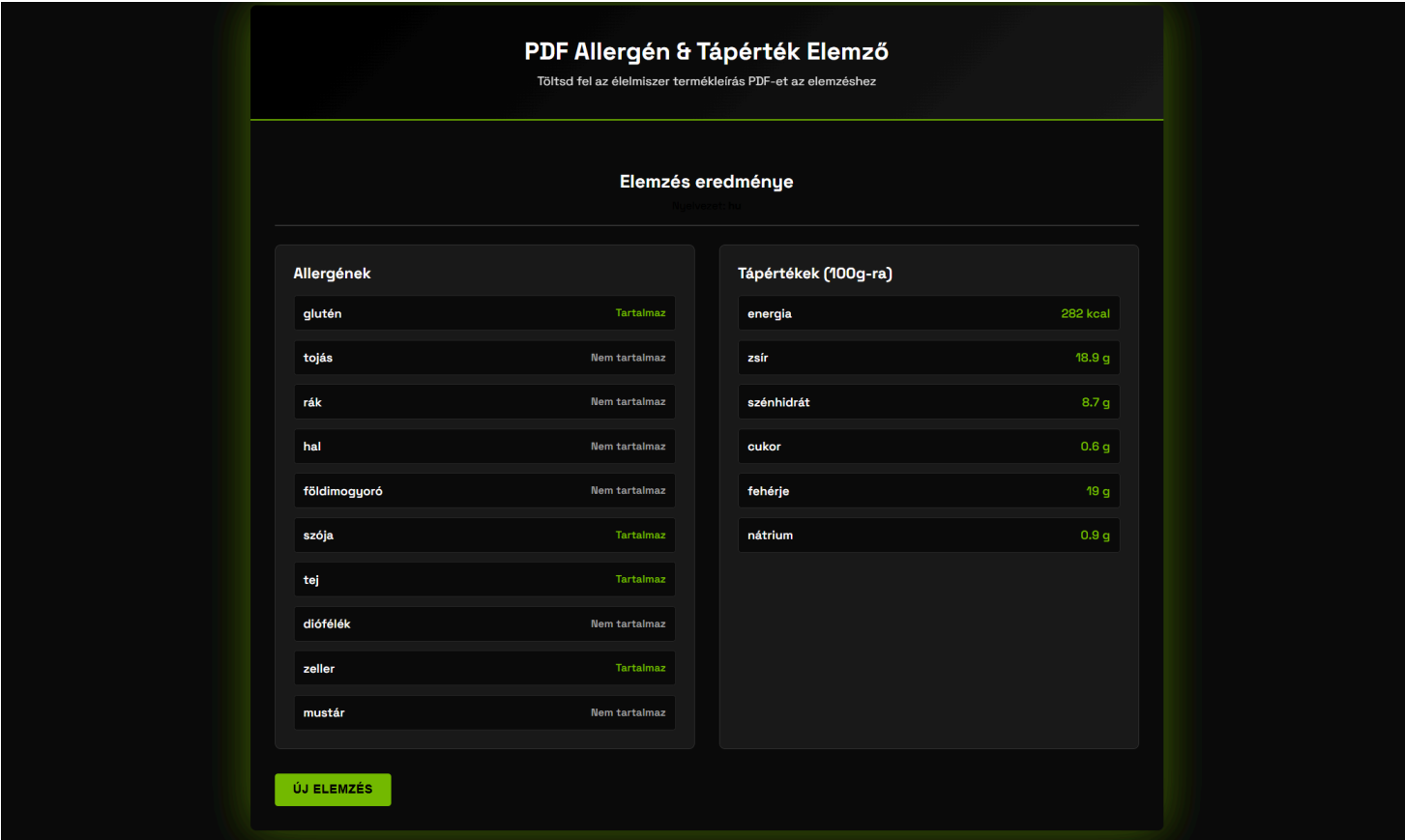
2. PDF elemzés:

Az elemzés gomb megnyomásakor a következő történik:

- **FormData létrehozása:** A kiválasztott PDF fájlt FormData objektumba csomagolja
- **Backend hívás:** POST kérés a **/api/analyze** végpontra
- **Content-Type: multipart/form-data** fejléc (fájl feltöltéshez)
- **Timeout:** 60 másodperc maximális várakozási idő
- **Válasz kezelése:** A kapott JSON eredményt elmenti és megjeleníti

3. Eredmények megjelenítés:

- **Tápérték táblázat:** 6 érték kártya formátumban
- **Allergén lista:** Tartalmazza/Nem tartalmazza
- **Metaadatok:** Nyelv, OCR használat



UI állapotok:

1. Feltöltés: Dropzone + fájl info
2. Töltés: Spinner + folyamat üzenet
3. Hiba: Hiba üzenet + újra gomb
4. Eredmény: Két oszlopos rács (allergének | tápértékek)

Stílusok (index.css)

Design rendszer:

- **Színséma:** Sötét téma
 - Háttér: #0a0a0a
 - Kártyák: #1a1a1a

- Elsődleges: #76b900 (zöld)
- Szöveg: #ffffff , #a0a0a0

Tipográfia:

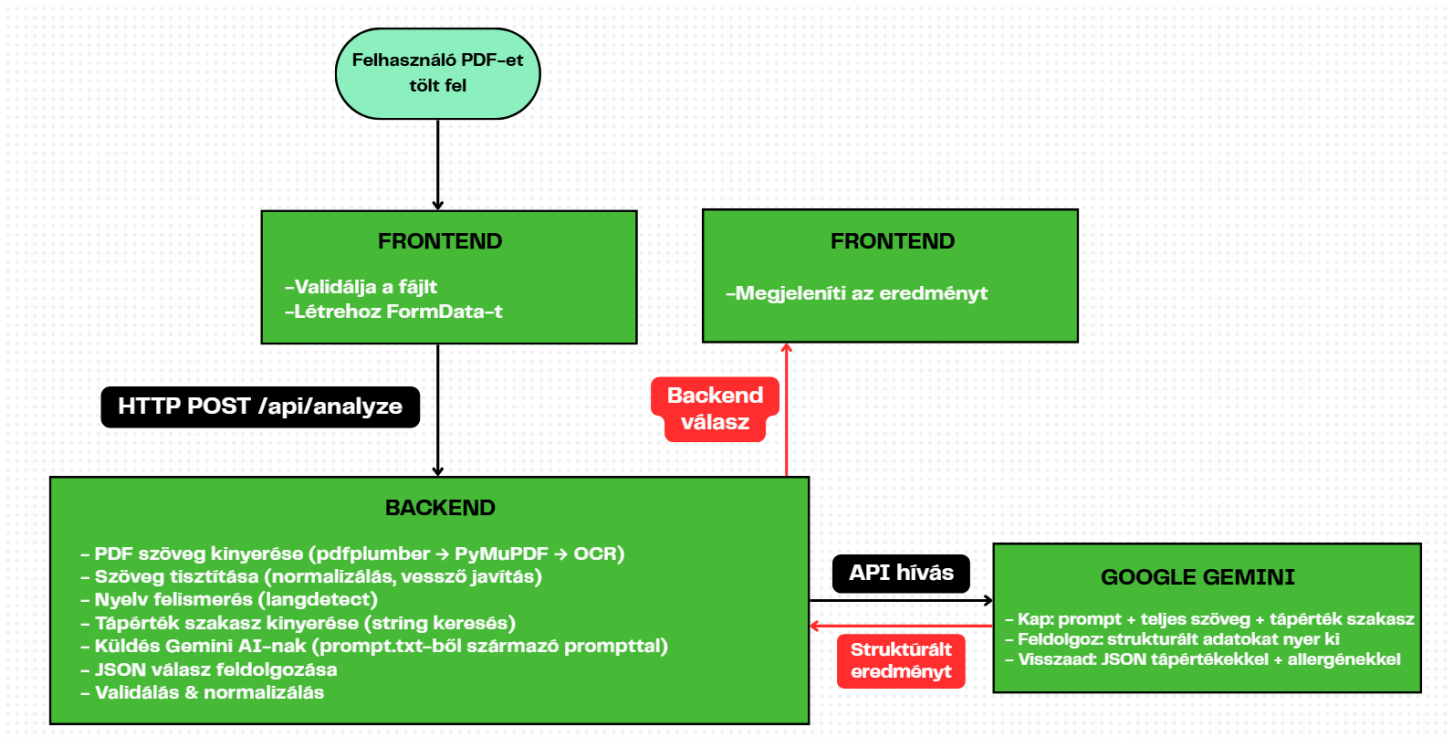
- Betűtípus: Space Grotesk (Google Fonts)

Reszponzív:

- Egy oszlopos elrendezés mobilon
- Teljes szélességű gombok

Adatfolyam

Végpontok közti kérés folyamat



PDF feldolgozási függőségek

A rendszer **4-lépcsős PDF feldolgozást** használ:

pdfplumber 0.11.4 (elsődleges módszer - 1. lépcső)

- Gyors szöveg kinyerés digitális PDF-ekből
- A PDF belső struktúráját olvassa (text objects), nem renderel képet
- Komplex layout-nál (többszlopok, táblázatok) összekeverheti a sorrendet

PyMuPDF / fitz (2. lépcső fallback)

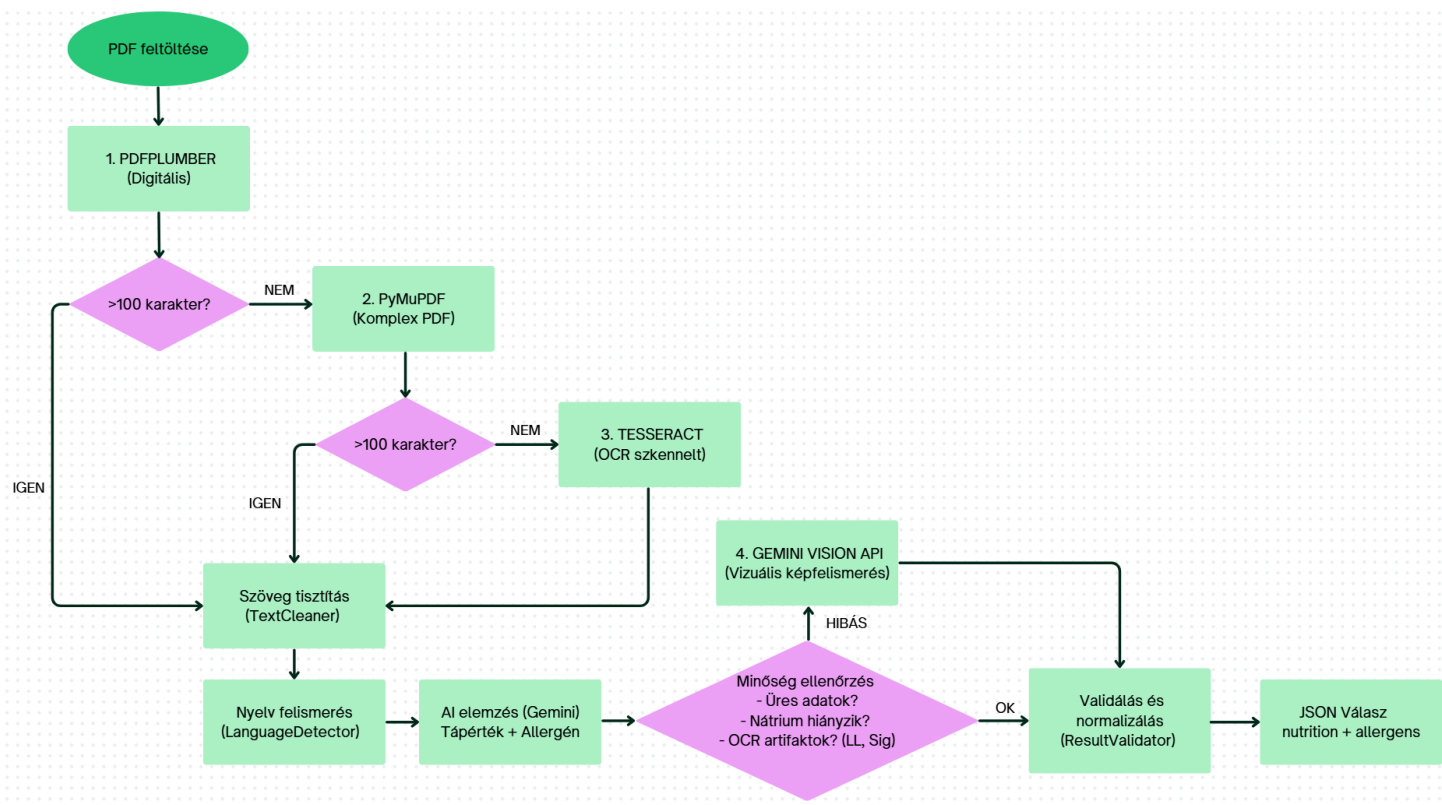
- Jobb layout megőrzés, komplex PDF-ek kezelése
- Renderel belső vektoros adatokból, intelligens szöveg sorba rendezés
- Belép, ha: pdfplumber <100 karakter szöveget ad vissza
- Jobban kezeli a többszlopok elrendezését, táblázatokat

Tesseract OCR + Poppler + PIL (3. lépcső - szkennelt PDF-ek)

- Szkennelt dokumentumok olvasása képről (OCR = Optical Character Recognition)
- **Működése:**
 - i. **Poppler (pdf2image 1.17.0):** PDF → PNG képek konvertálása 300 DPI-vel (oldalanként)
 - ii. **PIL képelőkészítés:** Egyszerű szűrkeskála konverzió
 - iii. **Tesseract 5.5.0:** Kép → szöveg felismerés neurális hálózattal
 - iv. Többnyelvű modell: **hun+eng+deu+fra** (magyar, angol, német, francia)
- Belép, ha: PyMuPDF is <100 karakter szöveget ad
- Egyetlen módszer ami szkennelt PDF-eket tud kezelni

Gemini Vision API (4. lépcső - végső mentőöv)

- **Amikor aktiválódik:** Ha az 1-3. lépcső üres vagy használhatatlan adatot ad (minden tápérték null)
- **Működés:** PDF képét közvetlenül LLM-nek küldi vizuális elemzésre (nem OCR!)
- **Előny:** AI-alapú képfelismerés, táblázatok vizuális értelmezése
- **Hátrány:** 15-20x drágább mint szöveges API, 2-3x lassabb



Ha digitális PDF, akkor csak az 1-es vagy 2-es lépcső fut le!

Ha szkennelt PDF, akkor 1→2→3 (OCR).

Ha minden kudarcot vall: 4. Vision API.

Szótár (Glossary)

Technológiai fogalmak

API (Application Programming Interface)

- Alkalmazás programozási felület, amely lehetővé teszi különböző szoftverek közötti kommunikációt
- A projektben: REST API végpontok a frontend-backend kommunikációhoz

Aszinkron (Async/Await)

- Nem-blokkoló programozási minta, ahol a kód várakozás közben más feladatokat is végezhet
- A projektben: `async/await` használata FastAPI-ban és AI hívásokban

Backend

- A szerver oldali logika, amely a kéréseket feldolgozza és adatbázisokkal kommunikál
- A projektben: Python + FastAPI szerver

CORS (Cross-Origin Resource Sharing)

- Biztonsági mechanizmus, amely szabályozza, hogy mely weboldalak érhetik el az API-t
- A projektben: Frontend (localhost:5173) → Backend (localhost:8000) kommunikáció engedélyezése

Endpoint (végpont)

- Egyedi URL cím az API-n, amely egy adott funkciót lát el
- Példa: **POST /api/analyze** - PDF elemzés indítása

FastAPI

- Modern Python web framework API-k építéséhez, automatikus dokumentációval és típusellenőrzéssel
- Előnyök: gyors, async támogatás

Frontend

- A felhasználói felület, amit a böngészőben látsz és használsz
- A projektben: React + Vite alapú webalkalmazás

JSON (JavaScript Object Notation)

- Könnyen olvasható adatformátum kulcs-érték párokkal
- Példa: `{"energia": {"per_100g": "282", "unit": "kcal"}}`

OCR (Optical Character Recognition)

- Optikai karakterfelismerés - képről szöveggé alakítás technológia
- A projektben: Tesseract OCR szkennelt PDF-ek feldolgozásához

PIL (Python Imaging Library / Pillow)

- Python képfeldolgozó könyvtár alapvető műveletekhez
- A projektben: Szürkeskála konverzió OCR előtt

Pipeline (feldolgozási lánc)

- Modulok sorozata, ahol minden modul kimenetét a következő bemenetként használja
- A projektben: PDF → szöveg → tisztítás → nyelv → AI → validálás

REST API

- Architektúrális stílus webes szolgáltatásokhoz (GET, POST, PUT, DELETE műveletek)
- A projektben: FastAPI REST végpontok

Vite

- Modern frontend build eszköz, gyors fejlesztői szerverrel
- Előnyök: villámgyors hot reload, optimalizált produkciós build

AI és gépi tanulás

Gemini (Google Gemini AI)

- Google multimodális AI modellje, amely szöveget, képet és más adatokat tud feldolgozni
- A projektben: Gemini 2.0 Flash - gyors szövegfeldolgozáshoz és adatkinyeréshez

Gemini Vision API

- Gemini multimodális képessége képek vizuális elemzésére
- Nem OCR! Az LLM közvetlenül "látja" és értelmezi a képet
- A projektben: 4. lépcsős fallback ha szöveges módszerek kudarcot vallanak
- Előny: Táblázatok vizuális értelmezése, kontextus megértés
- Hátrány: Drágább (~15-20x) és lassabb mint text API

LLM (Large Language Model)

- Nagy nyelvi modell - hatalmas szövegadatbázokon tanított AI
- Példák: Gemini, GPT, Claude

Multimodális AI

- Olyan AI modell, amely többféle adattípust is kezel (szöveg, kép, hang, videó)
- A projektben: Gemini képes szöveg + kép egyidejű feldolgozására

Prompt (utasítás)

- Az AI-nak adott szöveges instrukció, amely meghatározza a feladat elvégzését
- A projektben: **prompt.txt** fájl tartalmazza az adatkinyerési utasításokat

PDF feldolgozás

Digitális PDF

- Olyan PDF, amely belső szöveges adatokat tartalmaz (pl. Word→PDF export)
- Gyorsan feldolgozható pdfplumber vagy PyMuPDF-fel

Szkennelt PDF

- Papír dokumentum beszkennelve PDF formátumba - csak képet tartalmaz, szöveget nem
- OCR szükséges a szöveg kinyeréséhez

PDF rendering

- A PDF vizuális megjelenítése képként
- A projektben: Poppler végzi ezt OCR előtt

Text extraction (szövegkinyerés)

- Szöveges adatok kiolvasása PDF-ből különböző módszerekkel
- 3 szint: pdfplumber → PyMuPDF → Tesseract OCR

Image preprocessing (képfeldolgozás)

- Kép minőség javítása OCR előtt egyszerű technikákkal
- A projektben: PIL szűrkeskála konverzió

Tápértékek és allergének

Nátrium számítás

- Képlet: **nátrium (g) = só (g) / 2.5**
- Magyarázat: konyhasó (NaCl) ~40% nátrium, ~60% klór

Per 100g

- Tápértékek standard mértékegysége - 100 gramm termékre vonatkoztatva
- Könnyebbé teszi a termékek összehasonlítását

Allergének

- Élelmiszer-összetevők, amelyek allergiás reakciót válthatnak ki
- EU törvény: 14 fő allergén kötelező feltüntetése (a projektben 10-et kezelünk)

Fejlesztői eszközök

Virtual Environment (venv)

- Izolált Python környezet projektenkénti függőségkezeléshez
- Megelőzi a verziók közti konfliktusokat

npm (Node Package Manager)

- JavaScript csomagkezelő - frontend függőségek telepítése
- Parancsok: **npm install**, **npm run dev**

pip

- Python csomagkezelő - backend függőségek telepítése
- Parancs: `pip install -r requirements.txt`

.env fájl

- Környezeti változók tárolása (pl. API kulcsok)

Hot reload

- Automatikus újratöltés kódváltozás esetén fejlesztés közben
- Frontend: Vite biztosítja, Backend: Uvicorn **--reload** kapcsolóval