**Tartalomjegyzék**

[1 Bevezető 3](#_Toc166660475)

[2 Irodalomkutatás 4](#_Toc166660476)

[2.1 Túra útvonalak digitális formátuma 4](#_Toc166660477)

[2.1.1 GPX (GPS Exchange Format) 4](#_Toc166660478)

[2.1.2 KML (Keyhole Markup Language) 4](#_Toc166660479)

[2.1.3 TCX (Training Center XML) 4](#_Toc166660480)

[2.1.4 FIT (Flexible and Interoperable Data Transfer) 4](#_Toc166660481)

[2.1.5 Összegzés 4](#_Toc166660482)

[2.2 Hagyományos túraidő-becslési módszerek 5](#_Toc166660483)

[2.2.1 Naismith szabálya 5](#_Toc166660484)

[2.2.2 Tobler függvény 5](#_Toc166660485)

[2.2.3 Book Time formula 6](#_Toc166660486)

[2.2.4 Munter módszer 6](#_Toc166660487)

[2.3 Mesterséges intelligencia alkalmazása a túraidő becslésben 7](#_Toc166660488)

[2.3.1 Mesterséges intelligenciát alkalmazó túra applikációk 7](#_Toc166660489)

[2.3.2 Mesterséges intelligencia algoritmusok a menetidő meghatározásához 8](#_Toc166660490)

[2.3.3 Random Forest algoritmus 8](#_Toc166660491)

[2.3.4 XGBoost algoritmus 9](#_Toc166660492)

[2.3.5 Recurrent Neural Networks (RNN) 10](#_Toc166660493)

[2.3.6 Long Short-Term Memory (LSTM) 10](#_Toc166660494)

[2.4 Továbbfejlesztett mesterséges intelligencia modellek és technikák 11](#_Toc166660495)

[2.4.1 Mélytanulás és konvolúciós neurális hálózatok (CNN) alkalmazása térképes adatokon 11](#_Toc166660496)

[2.4.2 Idősoros elemzések és azok speciális technikái, mint az ARIMA modellek túraidő előrejelzésre. 11](#_Toc166660497)

[2.5 Valós idejű adatfeldolgozás 12](#_Toc166660498)

[2.6 Adaptív mesterséges intelligencia modellek és a csoportos túrázás 12](#_Toc166660499)

[2.7 Adatvédelmi és etikai szempontok 14](#_Toc166660500)

[2.7.1 Titkosítás 14](#_Toc166660501)

[2.7.2 Hozzáférés-vezérlés 14](#_Toc166660502)

[2.7.3 Adatvédelmi szabályok betartása 14](#_Toc166660503)

[2.7.4 Anonimitás 14](#_Toc166660504)

[2.7.5 Biztonsági auditok 15](#_Toc166660505)

[2.8 Biztonsági megfontolások és hibakezelés 15](#_Toc166660506)

[2.8.1 Adatellenőrzés és -tisztítás: 15](#_Toc166660507)

[2.8.2 Algoritmus robusztussága: 15](#_Toc166660508)

[2.8.3 Valós idejű megfigyelés és riasztások: 16](#_Toc166660509)

[2.8.4 Titkosítás: 16](#_Toc166660510)

[2.8.5 Hozzáférés-vezérlés: 16](#_Toc166660511)

[2.8.6 Rendszeres auditok és frissítések: 16](#_Toc166660512)

[2.8.7 Anomáliaérzékelés: 16](#_Toc166660513)

[2.9 Felhasználói interakció és felület 16](#_Toc166660514)

[2.10 Adatforrások és adatgyűjtés 16](#_Toc166660515)

[2.10.1 Nyilvános adatbázisok és API-k használata 17](#_Toc166660516)

[2.11 Összefoglalás az irodalomkutatásból 18](#_Toc166660517)

[3 Rendszerterv 19](#_Toc166660518)

[3.1 Bevezetés a rendszertervbe 19](#_Toc166660519)

[3.2 Alkalmazás architektúra 19](#_Toc166660520)

[3.2.1 Frontend technológiák 19](#_Toc166660521)

[3.2.2 Backend technológiák 19](#_Toc166660522)

[3.2.3 Framework és könyvtárak választása 19](#_Toc166660523)

[3.2.4 API-k és integrációk 19](#_Toc166660524)

[3.2.5 Cloud szolgáltatások és hosting 19](#_Toc166660525)

[3.3 Felhasználók kezelése 19](#_Toc166660526)

[3.4 Biztonság és teljesítmény 19](#_Toc166660527)

[3.5 Tesztelési stratégia 19](#_Toc166660528)

[3.6 Implementációs terv 19](#_Toc166660529)

[4 Következő félévi tervek 20](#_Toc166660530)

[5 Hivatkozások 21](#_Toc166660531)

# Bevezető

A túrázás a szabadidős tevékenységek terén kiemelkedő népszerűségnek örvend. Azonban a túrázással kapcsolatos egyik legnagyobb kihívás a tervezés: hogyan becsüljük meg az útvonalakon való haladás idejét pontosan? Ez például a tömegközlekedéssel való hazajutás tervezése szempontjából is kritikus lehet. Az időtartam következtetésének hagyományos módszerei – mint például a Naismith-szabály (2.2) vagy a Book Time formula – gyakran nem veszik figyelembe elegendően a túrázó egyéni képességeit, illetve az útvonal specifikus jellemzőit, mint a szintkülönbség és annak sorrendje, valamint azt sem, hogy egyénileg, vagy csoportban halad az illető.

Jelen szakdolgozat célja egy innovatív megoldás bemutatása, amely mesterséges intelligencia (MI) modell segítségével következtetést ad a turista útvonalak teljesítési idejére. Ez az alkalmazás a felhasználó fizikai kondícióját és az útvonal jellegzetességeit egyaránt figyelembe veszi, lehetővé téve ezzel egy személyre szabottabb és pontosabb időbecslést.

A modern technológia alkalmazása a túra tervezésében nemcsak hogy pontosabbá teszi az időtartamok becslését, hanem a túrázók biztonságát is növelheti, mivel reálisabb képet kapnak az útvonal nehézségéről és időigényéről. Emellett, az adatvezérelt megközelítés új perspektívákat nyit meg a túraútvonalak optimalizálásában és az egészségügyi hatások monitorozásában is. A szakdolgozat az AI technológiák és az aktív életmód ötvözésének úttörő munkáját mutatja be, lépést tartva a technológiai fejlődéssel és az egyre növekvő felhasználói igényekkel. Ezáltal nemcsak a jelenlegi, de a jövő túrázói számára is értékes eszközt kínál, megerősítve az MI létjogosultságát és hasznosságát a mindennapi élet számos területén.

# Irodalomkutatás

## Túra útvonalak digitális formátuma

### GPX (GPS Exchange Format)

A GPX egy XML adatformátum, amelyet GPS eszközök és telefonos navigációs alkalmazások adatainak veszteségmentes tárolására és átvitelére terveztek. Egy GPX fájl részletes adatokat képes tárolni, például GPS jel erősségét, útjelzőpontokat, útvonalakat, nyomvonalakat, időt és sebességet, sőt még szívritmust is egy úgynevezett Garmin TrackPointExtension kiegészítő segítségével [1]. Ez a formátum széles körben használatos túraútvonalak és egyéb földrajzi adatok megosztására, mivel megőrzi az összes rögzített információt és megkönnyíti az adatok átvitelét különböző eszközök és alkalmazások között [2].

### KML (Keyhole Markup Language)

A KML egy prezentációs nyelv, amelyet a Google fejlesztett ki térképek annotálására. Földrajzi jellemzőket, például pontokat, vonalakat és poligonokat képes leírni, és gyakran használják a Google Earth alkalmazással. A KML fájlok globális helyadatokat és más fájlokra (jellemzően grafikákra) való hivatkozásokat tartalmazhatnak szövegalapú formátumban. Például egy KML fájl tartalmazhat útjelzőpontokat és a hozzájuk kapcsolódó térképképeket egy külön fájlban. A KML leginkább az útvonalak vizualizálására alkalmas olyan alkalmazásokban, mint a Google Earth [2].

### TCX (Training Center XML)

A TCX, vagy Training Center XML, egy adatformátum, amelyet elsősorban a Garmin eszközök használnak fitnesz adatok tárolására, beleértve az edzés részleteit és az útvonalakat. Ez egy XML-alapú formátum, amely olyan tevékenységeket rögzít, mint a futás, kerékpározás és túrázás. A TCX fájlok részletes adatpontokat tartalmaznak, például szívritmust, kadenciát és magasságot, amelyek elengedhetetlenek a fitnesz tevékenységek elemzéséhez. A formátum támogatja az egyes körök és az összesített edzésösszefoglalók rögzítését is, így alkalmas a fitnesz követésére és a teljesítmény elemzésére [3].

### FIT (Flexible and Interoperable Data Transfer)

A FIT, azaz Flexible and Interoperable Data Transfer, egy bináris fájlformátum, amelyet a Garmin fejlesztett ki fitnesz és egészségügyi adatok rögzítésére. Ez a formátum hatékonyan tárolja a fizikai tevékenységek részletes feljegyzéseit, mint például a szívritmus, lépésszám és tengerszint feletti magasság, így ideális fitnesz tevékenységek teljes körű követésére. A FIT formátum rendkívül hatékony, lehetővé téve nagy mennyiségű adat tárolását kompakt formában, ezért széles körben használják Garmin eszközökben és kompatibilis fitnesz alkalmazásokban [4].

### Összegzés

A formátumok kiválasztásánál fontos figyelembe venni a támogatott attribútumokat, és hogy a túraalkalmazáshoz mire lesz szükség. Mindegyik formátum számos attribútummal rendelkezik, amik hasznosak számunkra, ebből a szempontból bármelyik választható. Azonban van még egy szempont, amit figyelembe ajánlott venni, ez pedig a formátum elterjedtsége, és támogatottsága. Kutatásom szerint ebből a szempontból a GPX formátum a leg előnyösebb, mivel ezt támogatja a legtöbb alkalmazás és ez a leg univerzálisabb [5], tehát ezt fogom nagy valószínűséggel választani. Továbbá van egy olyan előnye is, hogy aktivitás rögzítő alkalmazásokból le lehet tölteni gpx formátumú aktivitásokat, még más felhasználóhoz tartozó publikus felvételeket is, például az egyik legnépszerűbb, a Strava alkalmazásból ezt meg lehet tenni [6].

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

1. ábra: Egy létező gpx formátumú felvétel részlete kiegészítők nélkül.

## ****Hagyományos túraidő-becslési módszerek****

A túrázás menetidejének kiszámítására számos módszer létezik, amelyeket a világ különböző részein alkalmaznak. Ezek a módszerek különböző tényezőket vesznek figyelembe, mint például a távolságot, az emelkedőket, és a túrázók fizikai állapotát. Az alábbiakban bemutatom a leggyakoribb és legismertebb módszereket:

### Naismith szabálya

A Naismith-szabályt arra használják, hogy becsüljék a gyaloglási időt egyenetlen terepen. A szabályt William Naismith skót hegymászó dolgozta ki 1892-ben, ami 5 km/óra sebességet feltételez sík terepen, minden 300 méter emelkedésre plusz fél órát hozzáadva. A szabályt később finomították különböző empirikus tesztek alapján. Langmuir 1984-ben javított a szabályon, 10 percet levonva minden 300 méteres lejtőért 5 és 12 fok között, és hozzáadva 10 percet minden 300 méteres lejtőért, ha az nagyobb mint 12 fok. [5] [6]

(1)

A Naismith szabály azonban nem vesz figyelembe több olyan tényezőt, mint a terep nehézsége, a túrázó fizikai állapota vagy az időjárási körülmények, amik jelentősen befolyásolhatják a túra időtartamát. Ezért gyakran szükséges módosításokat alkalmazni vagy modernizált változatokat használni, amelyek jobban megfelelnek a valós körülményeknek.

Ezeket a korlátokat felismerve különböző túrázási szakértők és szervezetek fejlesztettek ki kiegészítő szabályokat vagy teljesen új modelleket, amelyek részletesebben veszik figyelembe a különféle változókat, mint például a Langmuir-féle módosítás, amely az emelkedés mértékével arányosan növeli az időtartamot.

### Tobler függvény

A Tobler gyaloglási függvény, amelyet Waldo Tobler dolgozott ki, exponenciális modellt használ a gyaloglási sebesség becslésére a terep lejtése alapján. A függvény a legnagyobb gyaloglási sebességet enyhe lejtőnél (-5%-os gradiens) jósolja meg, és ezeket a paramétereket használja: gyaloglási sebesség v, maximális sebesség α, és együtthatók β1​ és β2​, amelyek a lejtő változása függvényében a sebesség változásait számolják.   
(1. ábra) Ez a modell különösen hatékony a változatos topográfiai körülmények közötti mozgás modellezésére. [6] [7]

A black background with a black square

Description automatically generated with medium confidence

2. ábra: Tobler függvénye. [8]

### Book Time formula

A "Book Time" képlet egy egyszerűsített módszer a túrák teljesítéséhez szükséges idő becslésére, amelyet gyakran használnak túratervezőkben. Általában minden megtett mérföldre 30 percet, és minden 1000 láb magasságnövekedésre további 30 percet számol. Ez a képlet hasonló a Naismith-szabályhoz, de valamivel kisebb tempót alkalmaz, ami különösen hasznos lehet hegyvidéki terepen, ahol a meredekebb és nehezebb utak miatt lassabb haladás várható. [6] [9]

Továbbá, a módszer elismeri, hogy a környezeti, logisztikai és személyes tényezők jelentősen befolyásolhatják a túrák időtartamát, ami azt jelenti, hogy a valós idő eltérhet a terepen.

### Munter módszer

A Munter módszer, amelyet Werner Munter svájci túravezető fejlesztett ki, egy gyakran használt eszköz a hegyekben történő utazási idő becslésére, figyelembe véve az utazott távolságot, a szintkülönbséget és az utazási módot. Ez a módszer különösen hasznos a hegyi túrázáshoz, síeléshez és hegymászáshoz. [10]

Az időt úgy számítja, hogy egységeket vesz figyelembe, ahol minden megtett kilométer vagy minden 100 méter szintemelkedés egy-egy egységet jelent. Az összes egységet egy együtthatóval osztják el, amely változik, attól függően, hogy milyen tevékenységet végeznek (pl. gyaloglás, síelés, hegymászás) és hogy fölfelé, vagy lefelé haladnak.

A Munter módszer egy egyszerű képletet alkalmaz, ahol az időt úgy számolja ki, hogy hozzáadja az utazott távolságot a szintemelkedéshez, osztva százzal, majd ezt az összeget elosztja egy meghatározott ráta értékkel. Lásd: (2)

(2)

Például: A gyalogos felfelé haladása esetén a *Ráta*-t általában 4-es értéken állapítják meg, sík vagy lefelé haladásnál gyalog 6-os értéket használnak, síelésnél lefelé pedig 10-es értéket.

A tervezéshez a GuidePace [10] - mobilalkalmazás is használja a Munter módszert más rendszerekkel együtt, hogy segítse a felhasználókat az időbecslések tervezésében és kiszámításában különböző tereptípusokra. Ez az alkalmazás különösen az útikalauzok és komoly „backcountry” rajongók számára készült, akiknek pontos időbecsléseket kell készíteniük útjaikhoz.

## ****Mesterséges intelligencia alkalmazása a túraidő becslésben****

### Mesterséges intelligenciát alkalmazó túra applikációk

Az AllTrails kiemelkedik átfogó funkcióival, amelyek megfelelnek a hétvégi kirándulóknak és a tapasztalt hegymászóknak is. Mesterséges intelligencia felhasználásával az AllTrails valós idejű adatok és felhasználói visszajelzések alapján állítja be a túrák időbecsléseit, biztosítva, hogy a javaslatok mindig az aktuális útviszonyokhoz és az egyéni tempóhoz igazodjanak. Az alkalmazás képessége, hogy integrálja a személyes fittségi szintet és a túrázási preferenciákat az útvonaltervező algoritmusaiba, lehetővé teszi személyre szabott útiterv kialakítását, amely kihívást jelent, de mégis megvalósítható. További információk az AllTrails weboldalán találhatók [11].

A Komoot részletes útvonaltervezést kínál, fordulóról fordulóra történő hang alapú navigációval, amely különösen hasznos az ismeretlen helyszíneken. Az alkalmazás mesterséges intelligencia alkalmazásával javítja az útvonaltervezést, figyelembe véve olyan tényezőket, mint a terep nehézsége, az időjárási viszonyok és a túrázó korábbi kirándulásai, annak érdekében, hogy a legalkalmasabb utakat javasolja. Ez a technológia biztosítja, hogy a túrázók újra tervezést valósíthassanak meg, offline állapotban is, így megbízható társ a vadonban történő kalandokhoz. További információk a Komoot weboldalán érhetők el [12].

A PeakVisor egy másik innovatív alkalmazás, amely mesterséges intelligenciát ötvöz kiterjesztett valósággal, hogy valós időben tudja azonosítani a hegyeket a túrázók számára. A kamera vizuális bemenetének elemzésével a PeakVisor képes megjeleníteni az éppen látható hegyek nevét és információit, javítva ezzel a túrázás informatív részét. Az AI vezérelte felület az információkat a felhasználó helyzetéhez és nézőpontjához igazítja, így személyre szabott és interaktív kültéri élményt nyújt. További információk a weboldalon találhatók [13].

### Mesterséges intelligencia algoritmusok a menetidő meghatározásához

A túraútvonalak időtartamának becslésében kiemelkedő szerepet tudnak játszani a mesterséges intelligencia algoritmusai, különösen az összetett tanítási módszerek, beleértve a Random Forest (2.3.3) és az XGBoost-ot. Ezek a technikák azért hatékonyak, mert több gépi tanulási modell következtetéseit összesítik, növelve ezzel a pontosságot és megbízhatóságot. Ezenkívül neurális hálózatokat is alkalmazhatunk mély tanulási képességeik miatt, amelyek hatékonyan kezelik a bonyolult adatgyűjteményeket és az adatváltozásokat, amelyek a különböző terepviszonyokkal és körülményekkel járnak.

### Random Forest algoritmus

A Random Forest algoritmus egy összetett gépi tanulási technika, amelyet osztályozási és regressziós feladatokra egyaránt használnak. Ez a módszer a döntési fák koncepciójára épül, amelyek egyszerű modellek, melyek elágazási módszereket alkalmaznak a döntések meghozatalához a bemeneti jellemzők alapján. A Random Forest javítja a döntési fa teljesítményét úgy, hogy egy "erdőt" hoz létre fákból, melyeket a képzési adatok és jellemzők véletlenszerűen választott részhalmazai alapján generálnak, majd átlagolják előrejelzéseiket a pontosság növelése és a túltanulás ellenőrzése érdekében [14].

Lényegében a Random Forest az egyes, egymással nem szorosan összefüggő döntési fák előnyét használja fel egy általánosíthatóbb és robusztusabb modell létrehozásához. Az erdő minden egyes fája „szavaz” egy adott előrejelzésre, és a végső kimenetet a többségi szavazat határozza meg osztályozási esetben, vagy az átlag regressziós esetben. Ez a módszer hatékonyan csökkenti a túltanulás kockázatát, amely az egyes döntési fákra jellemző, mivel több előrejelzés átlagolásával kiküszöböli a torzításokat (2. ábra).

Az algoritmus hatékonysága abból adódik, hogy képes nagy adathalmazokat kezelni magas dimenzionalitással, és nem érzékeny a lényegtelen jellemzők bevonására, így sokoldalú és hatékony eszköz a gépi tanulási módszerek között.A diagram of a group of people

Description automatically generated

3. ábra: A Random Forest algoritmus működése.

### XGBoost algoritmus

Az XGBoost [15] egy rendkívül hatékony továbbfejlesztett változata a gradiens fa alapú algoritmusoknak, amely széles körben használt a gépi tanulási feladatoknál, különösen nagy vagy ritka adathalmazok esetén. Ez az algoritmus több fejlett funkcióval finomítja az alap folyamatokat:

Szabályozott Tanulási Cél: Az XGBoost szabályozási kifejezéseket vezet be a célfüggvénybe a túltanulás kontrollálása érdekében, ami gyakori probléma a standard erősítési eljárásoknál. Ez a szabályozás nemcsak a modell teljesítményének javítására szolgál, hanem egyszerűsíti a kapott modellt is, gyorsabbá és hatékonyabbá téve azt.

Gradiens Fa Erősítés: Az XGBoost gradiens erősítési keretrendszereket használ az egymást követő fák felépítésére, ahol minden új fa korrigálja az előzőleg betanított fák által elkövetett hibákat. A modell additív módon képződik, vagyis az új fák egyesével adódnak hozzá, és a modellben már meglévő fák nem módosulnak.

Szórványosság tudatosság: Az algoritmus úgy van kialakítva, hogy kezelje a valós adatokban előforduló különböző adatritkasági mintákat. Ezáltal olyan fastruktúrát épít, amely figyelembe veszi a hiányzó adatokat, a nullás bejegyzéseket és az úgynevezett „one-hot encoded” [16] jellemzőket, optimalizálva az osztópontok megtalálását és alkalmazását a tanítás során.

Rendszertervezés: Az XGBoost rugalmas és erőteljes rendszertervezéssel büszkélkedhet, amely támogatja mind a sűrű, mind a ritka adatokat. A rendszer egyetlen gépen futtatható, vagy több gépen is skálázható egy megosztott környezetben, kihasználva a nagyon nagy adathalmazok hatékony kezelésének képességét. Összességében az XGBoost skálázhatósága, teljesítménye és a különböző adattípusok kezelésének képessége miatt népszerű választás a különböző területeken dolgozó adattudománnyal foglalkozók körében, amikor összetett prediktív modellezési kihívásokkal kell megbirkózniuk.

### Recurrent Neural Networks (RNN)

Az ismétlődő neurális hálózatok (RNN-ek) olyan neurális hálózatok osztálya, amelyek sorozatos adatok feldolgozására lettek tervezve. [17] Különösen hatékonyak, mivel fenntartanak egyfajta memóriát azáltal, hogy kimenetüket bemenetként használják a következő lépéshez, ami létfontosságú azoknál a feladatoknál, ahol a sorozat korábbi részeiből származó kontextus releváns a későbbi részek feldolgozásához.

### Long Short-Term Memory (LSTM)

A hosszú rövid távú memóriahálózatok, (LSTM-ek) egy fejlettebb típusú RNN (2.3.5), amelyet az elhalványuló gradiens probléma kezelésére fejlesztettek ki, ami a standard RNN-ekben előfordulhat. Ez a probléma megnehezíti az RNN számára, hogy megtanuljon és megőrizzen mintákat hosszú intervallumokkal rendelkező adatokban. Az LSTM-ek ezt úgy oldják meg, hogy beépítenek úgynevezett kapukat: bemeneti, elfelejtési és kimeneti kapukat. Ezek a kapuk határozzák meg, hogy milyen információkat kell megtartani vagy eldobni a hálózaton keresztül, lehetővé téve az LSTM-ek számára, hogy megtanulják az adatok hosszú távú függőségeit [17].

A diagram of a machine

Description automatically generated

4. ábra: Az RNN és az LSTM architektúrák működése. [18]

Mindkét architektúra értékes a sorozatos adatok feldolgozásának és az idősoros adatokon alapuló előrejelzések készítésének képessége miatt, így alkalmasak olyan alkalmazásokra, mint a beszédfelismerés, nyelvmodellezés és még összetett feladatok, mint például a túraútvonalak időtartamának előrejelzése, ahol az időbeli minták kulcsfontosságúak.

## Továbbfejlesztett mesterséges intelligencia modellek és technikák

### Mélytanulás és konvolúciós neurális hálózatok (CNN) alkalmazása térképes adatokon

A konvolúciós neurális hálózat (CNN) egy mélytanulási algoritmus típusa, amely elsősorban olyan adatok feldolgozására szolgál, amelyek rácshálós topológiával rendelkeznek, mint például a képek. A CNN-ek különösen hatékonyak a képeken belüli mintázatok és szerkezetek azonosításában, ezáltal ideálisak olyan feladatokra, mint a képklasszifikáció és objektumfelismerés. A földrajzi adatok esetében a CNN-ek képesek elemzést végezni és értelmezni a műholdképeket, felismerni a tájképi jellemzőket, és hozzájárulni a fejlett térképezési technikákhoz. Az adatok térbeli hierarchiáinak tanulási és felismerési képességük rendkívül hasznos a különböző alkalmazásokban megjelenő összetett képelemzési feladatokhoz [19].

![A diagram of a network

Description automatically generated]()

5. ábra: A konvolúciós neurális hálózat felépítése. [20]

### Idősoros elemzések és azok speciális technikái, mint az ARIMA modellek túraidő előrejelzésre.

Az ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average – autoregresszív integrált mozgóátlag) modell egy népszerű eszköz a statisztikai elemzésben, különösen az idősoros adatok előrejelzésében. Rendkívül hasznos a jövőbeli adatpontok előrejelzésére a múltbeli trendek elemzésével. Az ARIMA modell egyedülállóan integrálja a három kulcsaspektust: az autoregressziót, a differenciálást és a mozgóátlagot. A túraidő becslésében az ARIMA elemezheti a terepen eltöltött idők múltbéli adatait, figyelembe véve változókat, mint az évszak, időjárás és az ösvény állapota, hogy előrejelezze a várható túraidőt. Ez a prediktív képesség teszi az ARIMA-t értékes eszközzé a túraidő becslések pontosságának és megbízhatóságának javításában, segítve a gondosabb időgazdálkodást és a túrázók jobb felkészülését [21].A diagram of a diagram

Description automatically generated with medium confidence

6. ábra: Az ARIMA modell elemei. [22]

## ****Valós idejű adatfeldolgozás****

A valós idejű adatfeldolgozás implementálása a túraidő előrejelzésében több kritikus komponenst igényel az pontos és időszerű információszolgáltatás biztosításához. A folyamat az adatok folyamatos gyűjtésével kezdődik érzékelőkön és viselhető eszközökön keresztül, amelyek nyomon követik a földrajzi helyzetet, a környezeti feltételeket és a túrázó biometriai adatait. Ezután az adatokat valós időben közvetíthetik, olyan technológiák segítségével, mint az Apache Kafka [23], amely hatékonyan kezeli a nagy adatmennyiségeket, vagy egyből feldolgozásra kerülhetnek a készüléken magán.

Az áramoltatott adatok feldolgozásához és elemzéséhez olyan rendszereket is használhatunk, amelyek fejledt technológiával vannak felszerelve, mint az   
Apache Spark [24] vagy a Hadoop [25]. Ezek a platformok képesek kezelni a nagy adatkészletek valós idejű elemzéséhez szükséges számításokat, biztosítva a szükséges sebességet az azonnali adatfeldolgozáshoz.

A gépi tanulási modellek kulcsfontosságú szerepet játszanak az adatok értelmezésében. Az RNN-ek vagy az LSTM-ek különösen alkalmasak az idősoros adatok elemzésére. Ezeket a modelleket dinamikusan lehet igazítani a valós idejű adatok alapján, hogy javítsák az előrejelzés pontosságát.

Ezen rendszerek integrálásához API-kat fejlesztettek ki, amelyek különböző forrásokból, mint az időjárás-frissítések (pl. Weather API [26]), vagy a topográfiai változások, amelyek jelentősen befolyásolhatják a túrázási feltételeket, szereznek be adatokat. Az eredmény egy felhasználói felület, amely valós idejű előrejelzéseket és frissítéseket jelenít meg a túrázóknak, javítva navigációs élményüket és biztonságukat.

## Adaptív mesterséges intelligencia modellek és a csoportos túrázás

Az AI algoritmusok kulcsszerepet játszanak a felhasználók változó viselkedéséhez való alkalmazkodásban és a túraútvonalak időtartamának pontos becslésében. Ahogy a túrázók különböző ösvényeken haladnak, tempójuk és állóképességük változhat számos tényező miatt, például fittségi szint, terep nehézsége és időjárási viszontagságok. A gépi tanulási modellek, mint a Random Forest és az XGBoost, múltbéli adatok alapján képezhetők ki ezeknek a változásoknak a figyelembevételére. Ezek a modellek folyamatosan tanulnak az új adatokból, finomítva előrejelzéseiket a legfrissebb felhasználói viselkedés és környezeti feltételek alapján. Például, ha egy túrázó rendszerint lelassul a meredek emelkedőkön, de egyenletes tempót tart a sík terepen, a modell felismeri ezeket a mintákat a valós idejű adatokban, és ennek megfelelően igazítja az időtartam becsléseit.

Továbbá, a mélytanulási technikák, beleértve az ismétlődő neurális hálózatokat (RNN) (2.3.5) és a konvolúciós neurális hálózatokat (CNN) (2.4.1) , hasznos módszereket kínálnak az idősoros és földrajzi adatok feldolgozására. Az RNN-ek, mivel képesek a szekvenciális adatok kezelésére, képesek nyomon követni a túrázó sebességében bekövetkező változásokat, és előre jelezni a jövőbeni teljesítményt a múltbeli viselkedés alapján. A CNN-ek ezzel szemben kiválóan értelmezik a térbeli adatokat, mint például az ösvénytérképeket és a magassági profilokat, hogy megértsék, hogyan befolyásolják az ösvény különböző szakaszai a túra időtartamát. A gépi tanulás és a mélytanulás kombinációja lehetővé teszi a túrázók teljesítményének árnyalt elemzését, növelve az időtartam-becslések pontosságát

A csoportos túrázás további bonyodalmakat eredményez, amelyek befolyásolhatják a modell hatékonyságát. A csoportdinamika, mint a különböző fittségi szintek és eltérő tempók, következetlen sebességi mintázatokat eredményezhet. Az AI algoritmusoknak figyelembe kell venniük ezeket a változatosságokat, több csoporttag adatainak integrálásával. Ezt elérhetjük olyan összetett tanulási technikák alkalmazásával, ahol az egyes modellek előrejelzéseit összesítik, hogy pontosabb becslést készítsenek. Továbbá, a modell tanulhat a csoportos viselkedési mintákból az idő múlásával, úgy igazítva előrejelzéseit, hogy azok a csoport kollektív tempóját tükrözzék, nem pedig az egyéni teljesítményeket. Ez a megközelítés nagyban javítja a pontosságot.

A valós idejű felhasználói visszajelzések integrálása tovább finomíthatja a modelleket. A túrázók bevihetik az ösvények nehézségi szintjét, pihenőidőket és egyéb releváns információkat, lehetővé téve az algoritmusok számára, hogy dinamikusan igazítsák az előrejelzéseket. Ez a visszacsatolási kör biztosítja, hogy a modellek érzékenyek maradjanak a csoportos túrázás egyedi kihívásaira, mint például a pihenőidők koordinálása és a résztvevők eltérő energiaszintjének kezelése.

Összegzésképpen, az AI algoritmusok felhasználói viselkedés változásaihoz és a csoportos túrázás bonyolultságaihoz való alkalmazkodása elengedhetetlen a pontos időtartam-becsléshez. A gépi tanulási és mélytanulási technikák kihasználásával ezek a modellek folyamatosan tanulhatnak és igazíthatók, megbízható és személyre szabott előrejelzéseket tudnak biztosítani a túrázók számára. A valós idejű adatok és a felhasználói visszajelzések integrációja tovább növeli a modellek hatékonyságát, biztosítva, hogy azok figyelemmel maradjanak a túrázási tevékenységek sokféleségére és dinamikájára.

## Adatvédelmi és etikai szempontok

Az adatvédelem és a felhasználói adatvédelem biztosítása kiemelten fontos az AI-alapú túrázási alkalmazások fejlesztése és bevezetése során. Ezek az alkalmazások gyakran gyűjtenek érzékeny információkat, beleértve a GPS-helyadatokat, a viselhető eszközök biometrikus adatait és a felhasználók által generált tartalmakat. Adatvédelmi intézkedések bevezetése elengedhetetlen ezeknek az információknak védelme és a felhasználói bizalom fenntartása érdekében.

### Titkosítás

Először is, az adatok titkosítása kritikus fontosságú. Az összes adatot, amelyet a felhasználó eszköze és az alkalmazás szerverei között továbbítanak, iparági szabványú protokollokkal, például SSL/TLS (Secure Sockets Layer/Transport Layer Security) használatával kell titkosítani [27] . Ez biztosítja, hogy még ha az adatokat a továbbítás során elfogják is, azok olvashatatlanok maradjanak illetéktelen személyek számára. Ezenkívül a szervereken tárolt adatokat nyugalmi állapotban is kell titkosítani, további védelmet nyújtva az adatvédelmi incidensek ellen.

### Hozzáférés-vezérlés

Szigorú hozzáférés-vezérlés bevezetése szükséges az érzékeny adatokhoz való hozzáférés korlátozása érdekében. Ilyenek hitelesítési mechanizmusok, például a többtényezős hitelesítés használatát a felhasználói identitások ellenőrzésére, valamint a szerepköralapú hozzáférés-vezérlést (Role-based access control) (RBAC) [28], az egyes felhasználói szerepekhez rendelt hozzáférések korlátozására. Csak az engedélyezett személyek férhetnek hozzá a kritikus rendszerekhez és felhasználói adatokhoz, minimalizálva a belső adatszivárgások kockázatát

### Adatvédelmi szabályok betartása

További fontos szempont az adatvédelmi szabályozásoknak való megfelelés, mint például az Európai Unió Általános Adatvédelmi Rendelete (GDPR) [29] és az Egyesült Államokban a Kaliforniai Fogyasztói Adatvédelmi Törvény (CCPA) [30]. Ezek a szabályozások átláthatóságot követelnek meg az adatgyűjtési gyakorlatokban, és megkövetelik az alkalmazásoktól, hogy hozzájárulást szerezzenek a felhasználóktól adataik gyűjtése előtt. Emellett a felhasználóknak lehetőséget kell biztosítani arra, hogy megtekinthessék, módosíthassák és törölhessék adataikat, ezáltal biztosítva számukra az irányítást személyes adataik felett.

### Anonimitás

Az adat anonimizálása kulcsfontosságú módszer a felhasználói adatvédelem biztosítására azáltal, hogy eltávolítja vagy titkosítja a személyazonosításra alkalmas információkat (PII) az adatállományokból, így megelőzve az egyének azonosítását. Ez a folyamat biztosítja az adatok bizalmasságát és a GDPR (Általános Adatvédelmi Rendelet) és HIPAA (Egészségbiztosítási Hordozhatósági és Elsődleges Számviteli Törvény) szabályozásoknak való megfelelést [31], és lehetővé teszi az adatok biztonságos megosztását kutatás és elemzés céljából az adatvédelem veszélyeztetése nélkül. Az adatmaszkolás, amely egy specifikus anonimizálási technika, az érzékeny információkat fiktív adatokkal helyettesíti, megőrizve az eredeti adat formátumát, de potenciálisan kockáztatva az újra-azonosítást, ha nem megfelelően hajtják végre. A generalizáció csökkenti az azonosítás kockázatát azáltal, hogy a konkrét értékeket általánosabb kategóriákkal helyettesíti, például korcsoportokkal, ami segít megvédeni a magánszférát, de csökkentheti az adatok hasznosságát a részletes elemzéshez [31].

### Biztonsági auditok

A rendszeres biztonsági auditok és sérülékenységi értékelések elvégzése elengedhetetlen a potenciális biztonsági kockázatok azonosításához és mérsékléséhez. Ezeknek az értékeléseknek az elvégzése segít biztosítani, hogy az alkalmazás ellenálló maradjon a felmerülő fenyegetésekkel szemben, és megfeleljen az adatvédelem legjobb gyakorlati irányelveinek.

Összefoglalva, az AI-alapú túrázási alkalmazásokban a felhasználói adatok védelme rendkívüli odafigyelést igényel, amely magában foglalja a titkosítást, a hozzáférés-vezérlést, a szabályozási megfelelést, az anonimizálást és a rendszeres biztonsági auditokat. Ezeknek az intézkedéseknek a prioritásként kezelése révén a fejlesztők biztosíthatják a felhasználói adatvédelem megőrzését, miközben kihasználják az AI előnyeit a túrázási élmények javítására.

## ****Biztonsági megfontolások és hibakezelés****

Az AI-alapú alkalmazásokban, különösen a túraútvonal időtartamának előrejelzésére szolgáló rendszerekben, a hibakezelés és a biztonsági protokollok kritikusak a felhasználók védelme érdekében. A hamis előrejelzések ugyanis kellemetlen helyzetekhez vezethetnek. A jól kidolgozott hibakezelési mechanizmusok és biztonsági protokollok bevezetése biztosítani tudja az előrejelzések megbízhatóságát és pontosságát, egyúttal megőrizve a felhasználók bizalmát és biztonságát.

### Adatellenőrzés és -tisztítás:

Az adatok integritásának biztosítása kulcsfontosságú. Az adatellenőrzési folyamatok anomáliákat, ellentmondásokat és hibákat keresnek a valós idejű adatbemenetekben, például a GPS, időjárás API-k és felhasználói eszközök adataiban. Az automatizált tisztítási rutinok korrigálják vagy jelzik a pontatlan adatokat, mielőtt azok befolyásolhatnák az előrejelzéseket.

### Algoritmus robusztussága:

Elengedhetetlen olyan robusztus gépi tanulási modellek alkalmazása, amelyek képesek kezelni a zajos vagy hiányos adatokat. Az összetett tanulási technikák, mint például a Random Forest (2.3.3), javíthatják az előrejelzések pontosságát azáltal, hogy több modell erősségeit kombinálják és csökkentik a hibás adatok hatását.

### Valós idejű megfigyelés és riasztások:

Valós idejű megfigyelő rendszerek bevezetése, amelyek nyomon követik az előrejelzések kimeneteit, segítheti az anomáliák azonosítását és korrekcióját. Riasztások indíthatók, ha az előrejelzések jelentősen eltérnek a várható tartományoktól, további vizsgálatot vagy korrekciós intézkedéseket kezdeményezve.

### Titkosítás:

Az összes adatot, amelyet a felhasználói eszközök és az alkalmazásszerverek között továbbítanak, SSL/TLS protokollokkal kell titkosítani. Ez megakadályozza az illetéktelen hozzáférést és az adatok manipulálását, amely hamis előrejelzésekhez vezethetne (2.7.1).

### Hozzáférés-vezérlés:

Szigorú hozzáférés-vezérlési intézkedések bevezetése biztosítja, hogy csak az engedélyezett személyek és rendszerek férjenek hozzá és módosíthassák az előrejelzési algoritmusokat és az adatokat. A több lépcsős hitelesítés (MFA) és a szerepkör-alapú hozzáférés-vezérlés (RBAC) hatékony stratégiák a biztonság növelésére (2.7.2).

### Rendszeres auditok és frissítések:

A rendszeres biztonsági auditok és frissítések elvégzése elengedhetetlen a sebezhetőségek azonosításához és annak biztosításához, hogy a rendszer megfeleljen a legújabb biztonsági szabványoknak. Ez magában foglalja a szoftverek frissítését, ismert sebezhetőségek javítását és a biztonsági protokollok naprakészen tartását.

### Anomáliaérzékelés:

Fejlett anomáliaérzékelő rendszerek bevezetése az adatokban lévő szokatlan mintázatok azonosítására, amelyek hibákat vagy potenciális biztonsági megsértéseket jelezhetnek. Gépi tanulási modellek képezhetők az ilyen anomáliák felismerésére és a megfelelő intézkedések megtételére azok előrejelzésekre gyakorolt hatásának megelőzése érdekében.

## ****Adatforrások és adatgyűjtés****

A túra hátralévő idejének pontosabb becsléséhez különböző forrásokból és adattípusokból gyűjthetők információk, amelyek figyelembe veszik a túrázás fizikai és környezeti aspektusait.

Egy lista a lehetséges adatforrásokról:

GPS-adatok: Követi a túrázó aktuális pozícióját, a megtett útvonalat és az időbeni mozgásmintákat.

Topográfiai térképek: Elemzi a magassági profilokat és a tereptípusokat a hátralévő ösvény szakaszok nehézségének felmérésére.

Időjárás-jelentések: Szerez valós idejű időjárás-frissítéseket az időbecslések olyan feltételek alapján történő módosításához, mint az eső, hó vagy a hőmérsékleti szélsőségek.

Fitnesz okos eszközök: Használ adatokat olyan viselhető eszközökről, amelyek mérhetik a túrázó szívritmusát, tempóját és általános fizikai megterhelését.

Mobil túraalkalmazások: Használ alkalmazásokat, amelyek útvonalinformációkat, felhasználói véleményeket és valós idejű frissítéseket nyújtanak az ösvény állapotáról.

Korábbi túraadatok: Gyűjt adatokat már megtett túrákról ugyanazon az ösvényen az idő becslésére a múltbéli összesített átlagok alapján.

Környezeti tulajdonságok kézi bevitele: Fogad információkat a felhasználótól, az olyan feltételekről, mint az ösvény nedvessége, a hó mélysége vagy a hőmérséklet.

Tervezett pihenők: Fogadja a felhasználó által előre beütemezett pihenő információit, például útvonalon kiválasztva (pl. A Hármashatár hegy tetején   
30 perc), vagy időben kiválasztva (pl. Délben 1 óra), ezeket nemcsak hozzáadja, hanem figyelembe veszi a túrázó kipihentsége és tempóváltozása szempontjából is.

Műholdas képek: Elemzi a képeket a terep és a táj változásainak megértésére, amelyek befolyásolhatják a túrázás sebességét.

Népszerű helyeken kihelyezett webkamerák képe: Férjen hozzá webkamerák felvételeihez valós idejű vagy a legutóbbi információkért a természet állapotáról.

### Nyilvános adatbázisok és API-k használata

Számos nyilvános adatbázis és egyéb eszköz áll rendelkezésünkre, ahonnan információt szerezhetünk. Például a következők:

A Google Maps API egy használat alapú árazási modellt kínál. A Google biztosít korlátozott ingyenes használatot is, amely havonta 200 dollár értékű kreditre fordítható, ami jelentős számú API-hívást fedezhet, attól függően, hogy milyen szolgáltatásokat vesz igénybe a felhasználó [32].

Az OpenWeatherMap API rendelkezik ingyenes és fizetős szolgáltatásokkal is. Az ingyenes csomag elegendő funkciót kínál az alapvető alkalmazások számára, de korlátozott percenkénti lekérdezésszámmal. A fizetős tervek több lekérdezést és további adatszolgáltatásokat is kínálnak [33].

A Mapbox szintén kínál ingyenes és fizetős szolgáltatásokat. Az ingyenes csomag jelentős mennyiségű API-kérést tartalmaz, de ha magasabb keretekre vagy vállalati szolgáltatásokra van szüksége a felhasználónak, akkor fizetős csomag előfizetésére lehet szükség [34].

A Strava API általában ingyenesen használható a nyilvános információkhoz vagy a felhasználó által birtokolt adatokhoz való hozzáférésre, de kiterjedt használat vagy kereskedelmi célok esetén kapcsolatba kell lépni velük további részletekért [35].

## ****Összefoglalás az irodalomkutatásból****

//Főbb tanulságok és hiányosságok

//Kutatási rés kérdések

# Rendszerterv

## Bevezetés a rendszertervbe

// A fejlesztendő alkalmazás célja és funkcionális követelményei

// Várható felhasználói bázis és esetleges terhelési elvárások

## Alkalmazás architektúra

### Frontend technológiák

// Lehetőségek: React, Angular, Vue.js

### Backend technológiák

// Szerveroldali programozási nyelvek: Node.js, Python (Django, Flask), Ruby on Rails

// Adatbázis-kezelés: SQL (PostgreSQL, MySQL), NoSQL (MongoDB)

### Framework és könyvtárak választása

// Keretrendszerek és fejlesztési környezetek alkalmazása

### API-k és integrációk

// Külső szolgáltatásokkal való integráció (pl. időjárás API-k, térképi szolgáltatások)

### Cloud szolgáltatások és hosting

// Platform: AWS, Google Cloud, Azure

// Szolgáltatások: számítási kapacitás, adattárolás, hitelesítés

## Felhasználók kezelése

// hitelesítés és autorizáció

// Felhasználói fiókok kezelése, jogosultsági szintek

// Adatvédelmi elvárások és GDPR megfelelés

## Biztonság és teljesítmény

// Biztonsági protokollok és gyakorlatok (HTTPS, JWT)

// Teljesítményoptimalizálás és skálázási stratégiák

## Tesztelési stratégia

// Automatizált tesztek (egység-, integrációs-, terhelési tesztek)

// Manuális felhasználói tesztek tervezése

## Implementációs terv

// Fázisok és mérföldkövek a fejlesztési ciklusban

# Következő félévi tervek

# Hivatkozások

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | "gps-wizard - GPX - GPS Exchange Format," [Online]. Available: https://logiqx.github.io/gps-wizard/formats/gpx.html. |
| [2] | "TrailHiking - Using GPX & KML files for hiking," [Online]. Available: https://www.trailhiking.com.au/navigation/gpx-kml-files-for-hiking/. |
| [3] | "Fileformat - What is a TCX file?," [Online]. Available: https://docs.fileformat.com/gis/tcx/. |
| [4] | "Garmin Developer - FIT SDK," [Online]. Available: https://developer.garmin.com/fit/protocol/. |
| [5] | Y. Mingyu, F. van Coillie, M. Liu, R. de Wulf, L. Hens and X. Ou, “BioOne Digital Library,” *A GIS Approach to Estimating Tourists' Off-road Use in a Mountainous Protected Area of Northwest Yunnan, China,* 2014. |
| [6] | "Adventure Nerds," [Online]. Available: https://adventurenerds.com/article/hiking-time-calculator-and-how-to-estimate-hiking-time/. |
| [7] | C. D. Higgins, "Findings," 2021. [Online]. Available: https://findingspress.org/article/28107-hiking-with-tobler-tracking-movement-and-calibrating-a-cost-function-for-personalized-3d-accessibility. |
| [8] | J. van Etten, "ResearchGate," [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Toblers-hiking-function\_fig3\_305656946. |
| [9] | "The Hiking Adventure - MASTERING HIKING SPEED: HOW TO CALCULATE YOUR PACE AND TIME," [Online]. Available: https://thehikingadventure.com/hiking-speed-calculator. |
| [10] | C. Burk, "Applied Alpinism," [Online]. Available: https://www.appliedalpinism.com/guide-pace. |
| [11] | "All Trails," [Online]. Available: https://www.alltrails.com. |
| [12] | "Komoot," [Online]. Available: https://www.komoot.com. |
| [13] | "PeakVisor," [Online]. Available: https://peakvisor.com. |
| [14] | G. Louppe, "Cornell University arXiv," 2015. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/1407.7502. |
| [15] | T. Chen and C. Guestrin, "Cornell University - arXiv," 2016. [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/1603.02754. |
| [16] | "Codefinity - One-hot encoded," [Online]. Available: https://codefinity.com/courses/v2/a65bbc96-309e-4df9-a790-a1eb8c815a1c/1fce4aa9-710f-4bc9-ad66-16b4b2d30929/a6d33d0d-3057-4a2f-b8df-4ecd00ffd598?utm\_source=google&utm\_medium=cpc&utm\_campaign=21193856569&utm\_content=&utm\_term=&gad\_source=1&gclid=CjwKCAjwrv. |
| [17] | A. Sherstinsky, "Cornell University - arXiv," [Online]. Available: https://arxiv.org/abs/1808.03314. |
| [18] | A. T. NLP, "Data Science Duniya," 2021. [Online]. Available: https://ashutoshtripathi.com/2021/07/02/what-is-the-main-difference-between-rnn-and-lstm-nlp-rnn-vs-lstm/. |
| [19] | "RunAI - Deep Convolutional Neural Networks," [Online]. Available: https://www.run.ai/guides/deep-learning-for-computer-vision/deep-convolutional-neural-networks. |
| [20] | S. Shah, "Analytics Vidhya," [Online]. Available: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2022/01/convolutional-neural-network-an-overview/. |
| [21] | D. Abugaber-Bowman, "Using ARIMA for Time Series Analytics," [Online]. Available: https://ademos.people.uic.edu/Chapter23.html. |
| [22] | M. Paradkar and C. Thakar, "Forecasting Stock Prices Using ARIMA Model," Quantinsti, 2023. [Online]. Available: https://blog.quantinsti.com/forecasting-stock-returns-using-arima-model/. |
| [23] | "Kafka," [Online]. Available: https://kafka.apache.org. |
| [24] | "Apache Spark," [Online]. Available: https://spark.apache.org. |
| [25] | "Apache Hadoop," [Online]. Available: https://hadoop.apache.org. |
| [26] | "Weather API," [Online]. Available: https://www.weatherapi.com. |
| [27] | "Cloudflare - What is SSL?," [Online]. Available: https://www.cloudflare.com/en-gb/learning/ssl/what-is-ssl/. |
| [28] | A. S. Gillis, "What is role-based access control (RBAC)?," *TechTarget,* 2024. |
| [29] | "European Commission - Data Protection," [Online]. Available: https://commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection\_en. |
| [30] | "California Consumer Privacy Act (CCPA)," 2024. [Online]. Available: https://oag.ca.gov/privacy/ccpa. |
| [31] | "MonoVM - What Is Data Anonymization & De-Identification in 2024: Is It Truly Anonymous?," 2024. [Online]. Available: https://monovm.com/blog/data-anonymization-de-Identification/. |
| [32] | "Google Maps Platform," 2024. [Online]. Available: https://mapsplatform.google.com/pricing/. |
| [33] | "meteomatics Weather API," [Online]. Available: https://www.meteomatics.com/en/weather-api/. |
| [34] | "Mapbox pricing," [Online]. Available: https://www.mapbox.com/pricing. |
| [35] | "Strava Developers - Rate Limits," [Online]. Available: https://developers.strava.com/docs/rate-limits/. |