

DEBRECENI EGYETEM • INFORMATIKA KAR

Információ Technológia Tanszék

**MotiMate – Motiváció elemzés Fuzzy Logic és gráf szimuláció
segítségével**

TÉMAVEZETŐ:

Dr. Adamkó Attila Tamás
egyetemi docens

KÉSZÍTETTE:

Mitró György Krisztián
Barta Bence
Szepesi Imre

programtervező informatikus hallgatók

Bírálatra való beküldéséhez hozzájárulok.

Debrecen

2024

„Mindannyian csomópontok vagyunk egy olyan hálózatban, amely több milliárd más csomóponttal kapcsol össze minket ahhoz, hogy lássuk, hogy valaki milyen hatást gyakorol a kollektív környezetére, először is a saját hálózatában a többi csomópontot kell megvizsgálnunk, pontosabban az ezek által adott reakciót az illető teljesítményére.” [19]

Barabási Albert-László

Tartalomjegyzék

Bevezetés	5
Rendszeres testmozgás, sport.....	5
Fitness applikációk	6
Influencerek	6
Motiváció	7
Célkitűzések.....	8
Tárgyalás	9
Gráfok	9
Gráfok fajtái	9
Kérdőív	11
Nemek aránya	11
Kitöltők életkora.....	11
Kitöltők foglalkozása	12
Sportol? Ha igen, egyedül vagy társaságban?	12
Motiváció a rendszeres testmozgásra	13
Egymás motiválása.....	14
Influencerek és hatásuk	15
Legnagyobb kihívás a rendszeres testmozgásban	16
Külső motiváció jelentősége	16
Ön hogyan motiválja magát a nehezebb időszakokban?	17
Vizualizáció.....	17
Cytoscape.js	18
A szimulációink fajtái	19
Csomópontok.....	19
Paraméterek	20
Motiváltsági mutató.....	21
A Vroom Elmélet	21
Fuzzy Logic alkalmazása	24
A Fuzzy Logic elemei	24
Súlypont módszer – „Center of Gravity”	26
Motivációs tényezők	26
A metrikánkról	27

1. Szimuláció – Emberek kapcsolata egymással.....	27
Random Hálózat.....	27
2. Szimuláció – Az emberek kapcsolata az influenzerekkel.....	30
Adatbázis.....	34
Relációs adatbázisok.....	34
Gráfadatbázisok	35
A gráfadatbázis választásának előnyei számunkra	36
ArangoDB vs Neo4j.....	37
ArangoDB választása.....	40
AQL használata kutatásunkban	41
Összefoglalás	43
Irodalomjegyzék	45
Könyv	45
Folyóirat.....	45
Internetes hivatkozások	46
Ábrajegyzék.....	47
Saját munka leírása	48
Köszönetnyilvánítás.....	49

Bevezetés

Rendszeres testmozgás, sport

A 21. században az okoseszközök soha nem látott mértékben elterjedtek, ezzel átalakítva az életünket, a munkánkat és a körülöttünk lévő világgal való interakcióinkat. Ezek az eszközök páratlan kényelmet biztosítanak, ennek pedig sokszor következménye a mozgásszegény életmód és az ellustulás, emiatt gyakran háttérbe szorul az öngondoskodás. A Covid-19 járvány alatt home office-ban eltöltött hónapok következményeképp az emberek életében jelentős minőségbeli változás következett be. A 21. században a rendszeres testmozgás az egészséges életmód egyik elengedhetetlen eleme, külön előnyös azok számára, akik ülőmunkát végeznek a nap folyamán. A rendszeres testmozgás hozzájárul az életünk minőségének javításához hosszú távon, azáltal, hogy mind a fizikai mind pedig a mentális egészségünket javítja és növeli az energiaszintünket. A fitnesztevékenységek központi szerepet játszanak egy egészségesen élő ember életében. Nem csak a fizikai formánkat segít egészségesen megőrizni, hanem a szellemi mivoltunkat is erősíti. Javítja a koncentrációs és a tanulási képességeinket, továbbá befolyásolja a boldogságunkat. Hosszú távon bizonyított tény, hogy azok, akik elhatározzák magukat a rendszeres testmozgás iránt, azok nem csak fizikailag lesznek erősebbek, de a komplett életminőségük is javul, valamint élettartamuk akár több évvel is kitolódhat. A szellemi mivoltunk fitten tartása köztudottan elengedhetetlen ahhoz, hogy a munkában vagy az életünk bármely szegmensében hosszú távon maximálisan helyt tudjunk állni. A mai modern világban, ahol az ülő, egyhelyben végezhető, sok mozgást és fizikai tevékenységet nem igénylő munkák egyre elterjedtebbek, és az emberek egy jelentős százaléka otthonról dolgozik, az ő számukra még fontosabb, hogy meglegyen a napi szintű mozgás. Mindez meghatározó továbbá a szív és érrendszeri betegségeket elkerülésében is, illetve az ízületi fájdalmak kialakulásának megelőzése érdekében. A testmozgás jótékony hatásai azonban nem merülnek ki ennyiben. Ha valaki elhatározza magát, akkor ezzel bizonyíthat önmagának, hogy ő képes rá, ezáltal még motiváltabbá válik és ez nagy mértékben megváltoztathatja az egyén magatartását egy jobb irányba. „A testmozgás egyben nagyszerű módja lehet a másokkal való kapcsolatteremtésnek. Ezen tartalmas kapcsolatok kiépítése döntő fontosságú, ilyenkor tudattalanul létrehozunk egy hálózatot, amelyet vizuálisan egy gráf formájában ábrázolunk a társadalmi kapcsolataink alapján. Szerencsére egyre többen ismerik fel a fittség és az egészség fenntartásának fontosságát, a fent említett szociális hálózatot felhasználva pedig képesek arra ösztönözni inaktív barátaikat, hogy csatlakozzanak hozzájuk e cél érdekében.” [1]

Fitnesz applikációk

Manapság már számos fitnesz applikáció is segíti az életünket, ezek közül számos ingyen letölthető, így tényleg nehéz kifogást találni arra, hogy az ember miért is nem kezd bele a mozgásba. A COVID-19 lezárások során az edzőtermeket kénytelenek voltak bezárni a legtöbb országban, ez idő alatt az imént említett applikációk letöltései átlagosan 46%-kal nőttek világszerte.

Region	Download Growth
India	157%
MENA	55%
Europe	25%
Asia-Pacific	47%
Rest of the World	43%
Americas	21%

1. ábra - Növekedés a letöltések száma alapján 2020 első és második negyedéve között [3]

Ezek az alkalmazások nagy segítséget jelentettek ekkor, azonban már jóval a pandémia előtt is elérhetőek voltak és nagy népszerűségnek örvendtek. Pozitívum ezekkel az applikációkkal kapcsolatban, hogy a legtöbb esetben ingyenesek, ellenben a személyi edzőkkel, akiknek az órábéré már már csillagászati. Ezen alkalmazások előnye, hogy az ember edzéstervhez és étrendhez is juthat, azonban hátrány, hogy ez nem személyre szabott, így a hatásossága erősen lecsökkenhet. Összességében még így is több a pozitív oldaluk, és a legnagyobb hozadéka ezeknek az applikációknak, hogy az emberek elkezdnek a segítségükkel mozogni és ez a legfontosabb, mert az egyetlen rossz edzés az, amely nem lett elkezdve.

Influencerek

Míg korábban a televízióban és az újságban feladott hirdetésekkel célozták meg az embereket, ez mára átfordult az internet hozzáférés elterjedésének köszönhetően, ugyanis az új generáció sokkal inkább célozható ilyen jellegű tartalmakkal. A közösségi média egy kulcsfontosságú része ennek, jelentős részét képezi a mindennapjainknak. Itt érjük el a barátainkat, családtagjainkat, és itt értesülhetünk a világ történéseiről pillanatok alatt. Az internet fejlődésének köszönhetően a platformok képesek lettek arra, hogy monitorozzák a tevékenységeinket. Mint például, hogy merre járunk, mit csinálunk, milyen sportokat kedvelünk, és hogy milyen személyek azok, akikkel foglalkozunk a mindennapjainkban.

Ezeknek az információknak hála képesek arra, hogy célzottan olyan közösségi szereplőket ajánljanak nekünk, akik relevánsak számunkra. A világunkban meghatározó szerepet töltenek be az internetes közszereplők, ismertebb nevükön influencerek. A közszereplők (mint korábban a hírességek) a jelen kor iránymutatói, akik viselkedéseikkel befolyásolják a mi tevékenységeinket is, és tudat alatt hatnak ránk. A befolyásukat kihasználva a cégek szeretnek velük reklámozni, mert bíznak egy széles közönség elérésében, azonban ez nem mindig történik a várakozásoknak megfelelően. Fontos, hogy az adott cég olyan embert válasszon, aki releváns személy az adott témával kapcsolatban és persze hogy nagy eléréssel rendelkezzen. Az influencerek gyakran csinálnak termék és márkabemutatókat, azonban ezek a szponzorált tartalmak gyakran ellenérzést váltanak ki az emberekből, hiszen, ha egy az adott tartalomhoz nem kapcsolódó személy által kerülnek bemutatásra, akkor kevésbé hiteles az egész. Ennek is szeretnénk volna utánajárni, ezért készítettünk egy kérdőívet, melyben az emberek sportolási és motivációs szokásaira voltunk kíváncsiak, kitértünk benne az okoseszközökre, illetve a social media és az influencerek hatásaira is. Ennek eredményéről egy pár bekezdés múlva lesz szó.

Motiváció

A motiváció az a vágy, hogy egy cél érdekében cselekedjünk. Az emberi lélek egyik legfontosabb hajtóereje a motiváció, amely rendkívül sokféle formában megnyilvánulhat, és különböző forrásokból táplálkozhat. De egy dolog közös bennük: az akarat ereje, ami arra ösztönzi az embereket, hogy valami nagyobbat, jobbat, többet érjenek el. [4]

Az emberi motiváció 3 fő forrásra osztható:

1. **Belső motiváció:** Ebben az esetben az egyén saját belső értékeiből, céljaiból és szenvedélyéből meríti az energiát.
2. **Külső motiváció:** Ezen esetben az embert külső tényezők pl. jutalmak, elismerések hajtják.
3. **Személyes kapcsolatokról fakadó motiváció:** Az egyént a közvetlen családtagjaiban, barátaiban, szeretteiben talál inspirációra, ösztönzésre.

Fontos megérteni (és sokan elfelejtik) hogy a motiváció nem egy állandó állapot. Hogyan növelhető a motiváció? Az egyik leghatékonyabb módja az, hogy világos célokat tűzünk ki magunk elé, ezzel is lendületet adva önmagunknak. Ha tisztában vagyunk azzal, hogy merre tartunk, akkor könnyebben megtaláljuk az odáig vezető utat. Nem elhanyagolható továbbá a környezetünk sem, hiszen, ha olyan emberekkel vagyunk körülvéve, akik motiválóak számunkra és támogatnak minket, akkor az nagy pluszt jelenthet. A személyes kapcsolatok a

motiváció szempontjából nemcsak a támogatás forrásai, hanem az inspiráció és az ösztönzés forrásai is lehetnek. Amikor azt látjuk, hogy mások sikeresen elérnek valamit, vagy nagy nehézségeken is képesek túljutni, akkor ez inspiráló hatással lehet ránk és motiválhat bennünket, hogy mi is hasonlóan tegyünk. A személyes kapcsolatokból fakadó motiváció kulcsfontosságú lehet az életünk különböző területein, legyen szó munkáról, tanulásról vagy személyes céljaink eléréséről. Ha tudatosan építjük és tápláljuk ezeket a kapcsolatokat, akkor képesek leszünk nagyobb motivációval és kitartással szembenézni az élet kihívásaival, és elérni az álmainkat.

Célkitűzések

A kutatásunk célja egy olyan predikciós, szimuláció vezérelt rendszer fejlesztése, amely faktorok alapján súlyoz és képes egy átfogó képet adni gráf vizualizáció segítségével arról, hogy egy embertömeg adott idő alatt bizonyos influencer(ek) hatására, illetve az adott közegben más emberekkel kapcsolatba lépve miként alakul a motiváltságuk az életminőségük növelésének érdekében. Továbbá, hogy az adott véleményvezér adott idő alatt mennyi embert képes bevonítani. Mindebben segítségünkre volt egy általunk készített kérdőív, amelyet több, mint 160 ember töltött ki, ezáltal széles körű adat állt rendelkezésünkre.

Tárgyalás

Gráfok

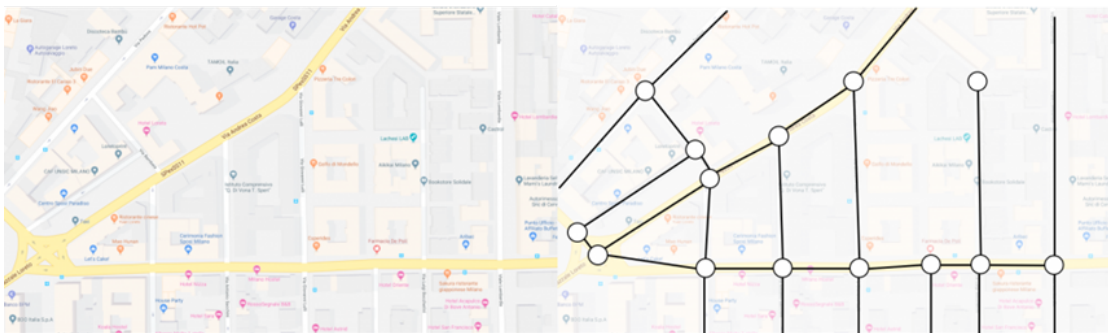
A gráfok a digitális világban nagy szerepet töltenek be. A különböző szociális felületeken át a bioinformatikában mindenhol fellelhetők. Különösképp azért, mert rendkívül könnyen lehet alkalmazni a különféle kapcsolatok áttekintésére, ezáltal információkat kinyerve arról, hogy ezek a kapcsolatok hogyan is alakulnak ki. A gráfok két részből állnak: ezek a csomópontok, illetve az élek.

Csomópontok: A gráfunkban lévő egyedek reprezentálására szolgálnak. Információkat tartalmaznak róluk, amelyek később meghatározhatják a kapcsolódások alakulását.

Élek: Egy él reprezentálja a kapcsolatot kettő csomópont között az adatszerkezetünkben. Általában vonallal vagy nyilakkal kerül megjelenítésre.

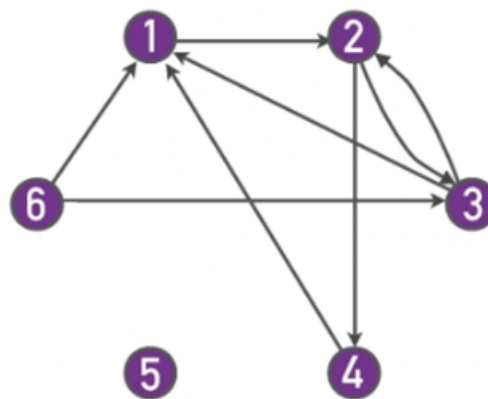
Gráfok fajtái

A gráfok kétféle csoportba bonthatók tovább, irányított és irányítatlan. Az irányítatlan gráfok esetében az él kapcsolata a kölcsönös ismeretség tényét írja le. Például, ha A és B csomópontok kapcsolatban állnak egymással az irányítatlan gráfunkban, akkor tényként elmondható, hogy A ismeri B-t, és B ismeri A-t. Az irányítatlan gráfok felhasználása széles körben elterjedt, ámbar leggyakrabban akkor találkozunk velük, amikor megnyitunk egy útvonal tervezésére használatos alkalmazást. Ugyanis az úthálózatok legtöbbje egy irányítatlan gráfként van a háttérben ábrázolva, és ez alapján kerül meghatározásra például a Google Maps esetében, többek között a Dijkstra's algoritmus által, hogy mely is lenne az ideális útvonal a kezdőpont és a végcél között. Ebben az esetben érzékelhetjük, hogy a kapcsolatok irányának tárolása nem mérvadó, csak a kapcsolatok létezése.



2. ábra- Hogyan lesz egy térképből gráf? [7]

Ugyanez nem mondható el az irányított gráfoknál, ahol az él iránya egyben az ismeretség irányát írja le. Az előző példával élve, ha A kapcsolódik B-hoz, az csak azt jelenti, hogy A ismeri B-t, viszont B nem kell, hogy ismerje A-t. Ebből szemmel látható, hogy az irányított gráfok egy tágabb információ halmazt adnak arról, hogy a kapcsolatok hogyan is alakulnak ki. Ezért használhatóak kapcsolati hálózatok kialakítására, amelyben jól látható az, hogy milyen kapcsolatban is állnak egymással az alanyok.



3. ábra - Irányított gráf [8]

Az ábrán teljesen felismerhetően látszik, hogy az egyes csomópontok ismertsége hogyan alakul. Az irányított gráfok felhasználása ezért tűnhet jó ötletnek olyan célok felhasználására, mint például a befolyásolás vizsgálata különböző platformokon, mint amilyen például az Instagram, vagy pedig az X (korábbi nevén Twitter) de ide sorolható például a legnépszerűbb videómegosztó, a YouTube is. Ezek az oldalak lehetővé teszik az egyirányú kapcsolatok kialakítását. A Facebook esetében egyfajta hibrid megoldásról beszélhetünk, mivel az embereknek lehetnek ismerőseik, ami ábrázolható irányítatlan gráfként mivel az ismeretséget vissza kell igazolni, illetve követhet oldalakat, közszereplőket, ami pedig már irányított gráfként jeleníthető meg.

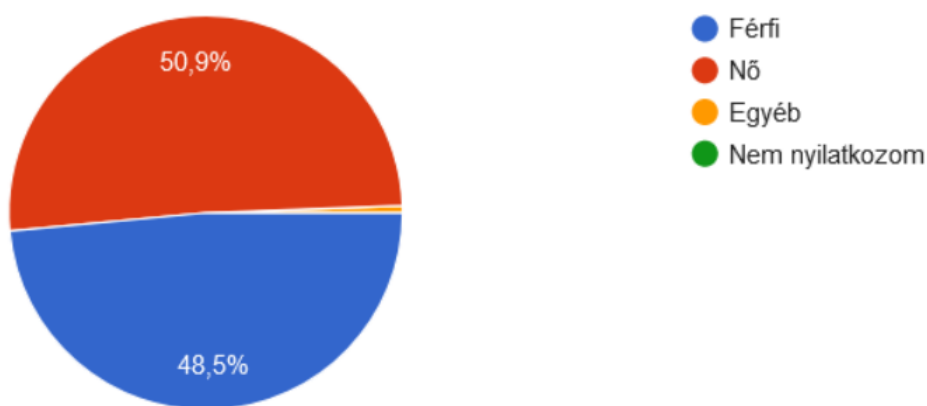
A kutatás elkészítése során ez egy fontos szempont volt számunkra, hogy meghatározható legyen a kapcsolatok alakulása, mivel ez alapján kaphatunk reprezentatív értéket arról, hogy miként alakul a motiváltság az emberek között adott idő elteltével.

Kérdőív

Mint ahogyan azt fentebb már említettük, a kérdőívünk fő iránya az emberek sportolási szokásai és motivációi voltak a sportban. Összesen 23 kérdésből állt, ebből szeretnénk most a lényegesebbeket bemutatni. Azt gondoljuk, hogy sikeresnek mondható a kitöltési időszak, ugyanis 169 ember töltötte ki a kérdőívünket, amire büszkék vagyunk, ugyanis ezidő alatt próbáltuk a lehető legtöbb emberhez eljuttatni.

Nemek aránya

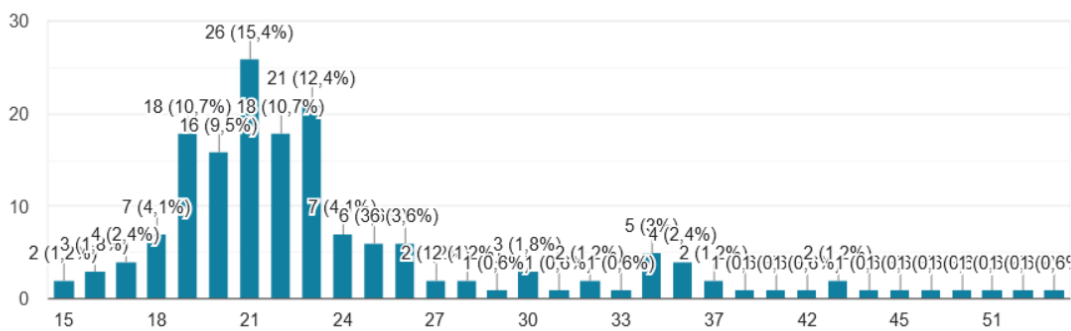
A nemek aránya egyenlőre sikerült, közel 50-50%.



4. ábra – Kitöltők nemeinek aránya

Kitöltők életkora

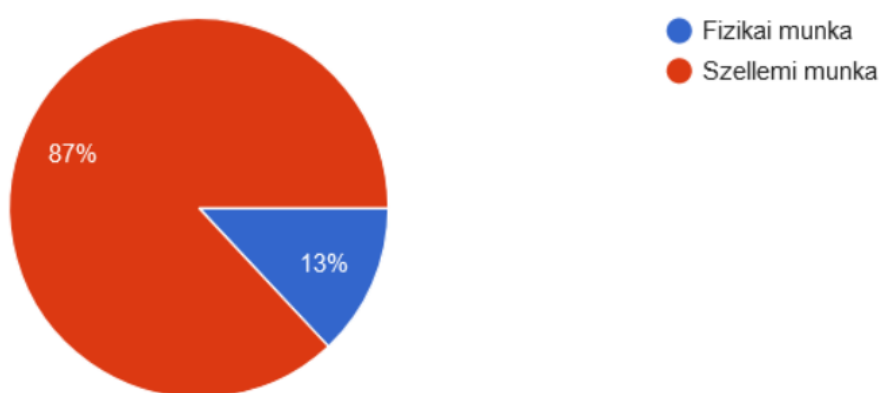
A kitöltők életkora már egy érdekesebb kérdés, ugyanis sikerült egy elég széles spektrumot lefedni 15-69 éves korig voltak kitöltőink, jelentős előnyben vannak a 18-26 év közöttiek, de volt számos 40 év feletti kitöltőnk is.



5. ábra – Kitöltők életkora

Kitöltők foglalkozása

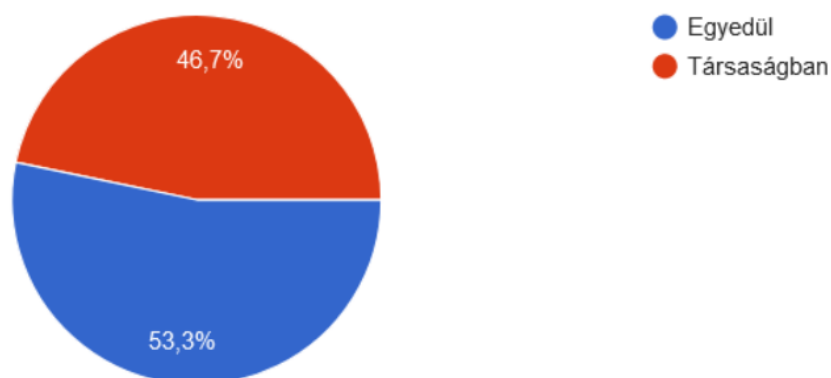
Korábban már beszéltünk arról, hogy a mai világban egyértelműen fölényben van a szellemi munkát végző emberek száma és ez a kitöltőinknél is tisztán látszik, közel a 90%-uk végez szellemi munkát. Az nwcommons 2021-es kutatásában úgy fogalmaz: „A WHO minden évben egészségügyi statisztikákat tesz közzé. Az elmúlt 5 évben a mozgásszegény életmód, nőtt a túlsúlyos, elhízott emberek száma, kevesebb lett a mozgás és az átlagos várható élettartam lassan csökkenni kezdett.”[16]



6. ábra – Kitöltők munkavégzésének fajtája

Sportol? Ha igen, egyedül vagy társaságban?

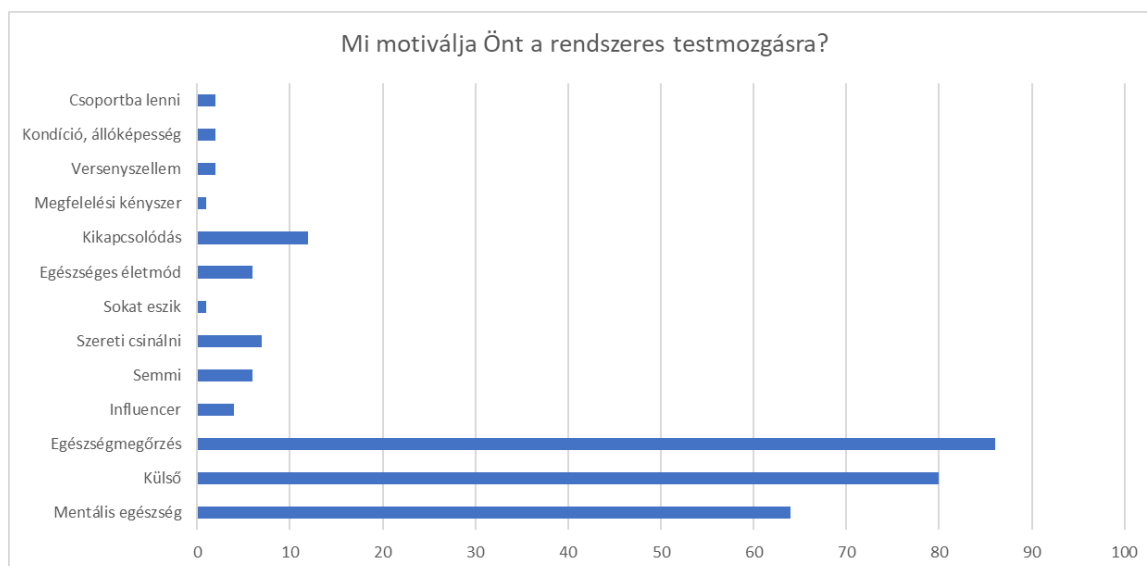
A kitöltők 84,6%-a rendszeresen sportol, ezek közül pedig 19% versenyszerűen. Ezek között pedig szinte egyenlően oszlik el az egyedül és a társaságban sportolók aránya. A Journal of Sports Science and Medicine-ben megjelent kutatás szerint, melyben versenysportolókat vizsgáltak: „A fiatal sportolók körében a szorongás és a depresszió gyakoribb az egyéni sportokat űzőknél, mint a csapatsportot űzőknél. Ráadásul a serdülő egyéni sportolók nagyobb valószínűséggel űzik sportágukat célorientált okokból, nem pedig szórakozásból, mint csapatsportban résztvevő társaikkal”. [17] És hogy miért is fontos ez számunkra? Ne feledjük, hogy a mi kitöltőink túlnyomó többsége fiatal, így egy abszolút releváns témáról beszélünk.



7. ábra - Sportol? Ha igen, egyedül vagy társaságban?

Motiváció a rendszeres testmozgásra

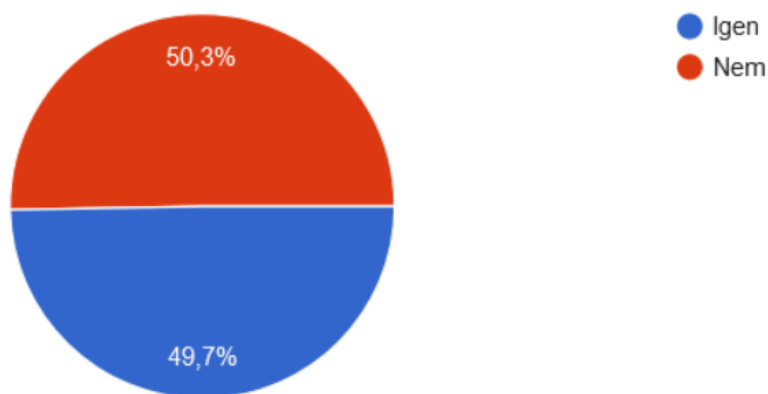
Ez a téma kulcsfontosságú a kutatásunkban, itt hosszabb kifejtős részt hagytunk, hogy az emberek le tudják írni a gondolataikat. A legnépszerűbb válaszok az egészségmegőrzés, a külső megjelenés és a mentális egészség megőrzése voltak. Érdekes, hogy az influencerek még a kitöltők 5%-a által sem kerültek megnevezésre.



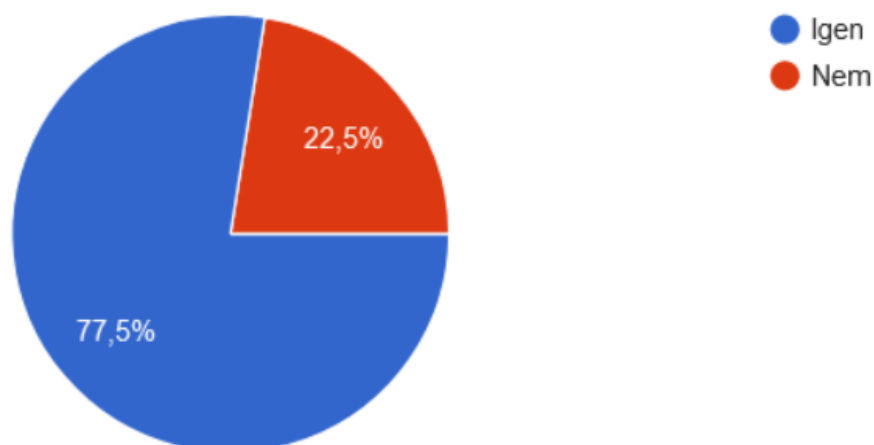
8. ábra – Hogyan motiválja magát a rendszeres testmozgásra?

Egymás motiválása

Az emberek fele egy külső személy hatására kezdett el sportolni és 77,5%-uk már motivált más, hogy elkezdje a testmozgást. Itt tisztán látható az a folyamat miszerint folyamatosan növekszik azon emberek száma, akik felismerik, hogy mennyire fontos a fittségük fenntartása, ezáltal képesek ösztönözni / motiválni a környezetüket arra, hogy csatlakozzanak hozzájuk a cél érdekében. [1]



9. ábra - Motiválta-e Önt valaki, például ismerős, barát vagy kolléga, hogy elkezdje a testmozgást?

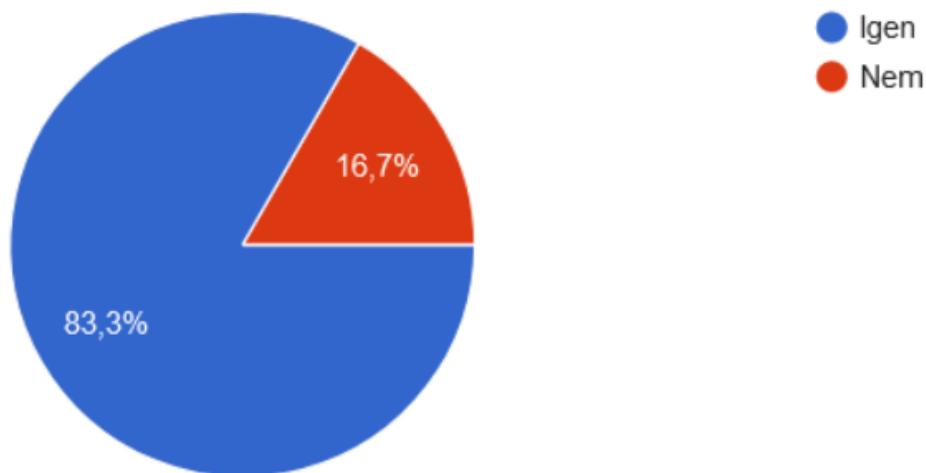


10. ábra - Ön motivált-e már másokat a testmozgásra?

Influencerek és hatásuk

A kitöltők 62 %-a követ olyan influencert aki testmozgással foglalkozik. A következő 2 grafikon lesz talán a legbeszédesebb:

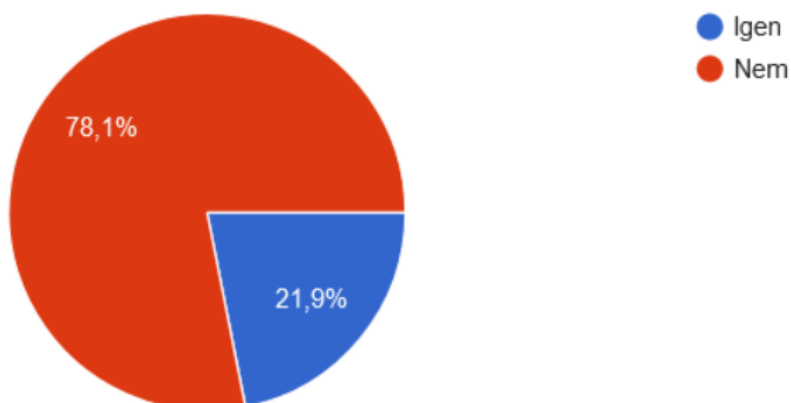
Azok közül, akik követnek ilyen influencereket, 83%-a tanácsot is elfogad.



11. ábra - Elfogad-e tanácsokat ezektől az influencerektől?

Azonban!

Csupán 21,9 % vásárolt már bármilyen táplálékkiegészítőt influencer ajánlása alapján.

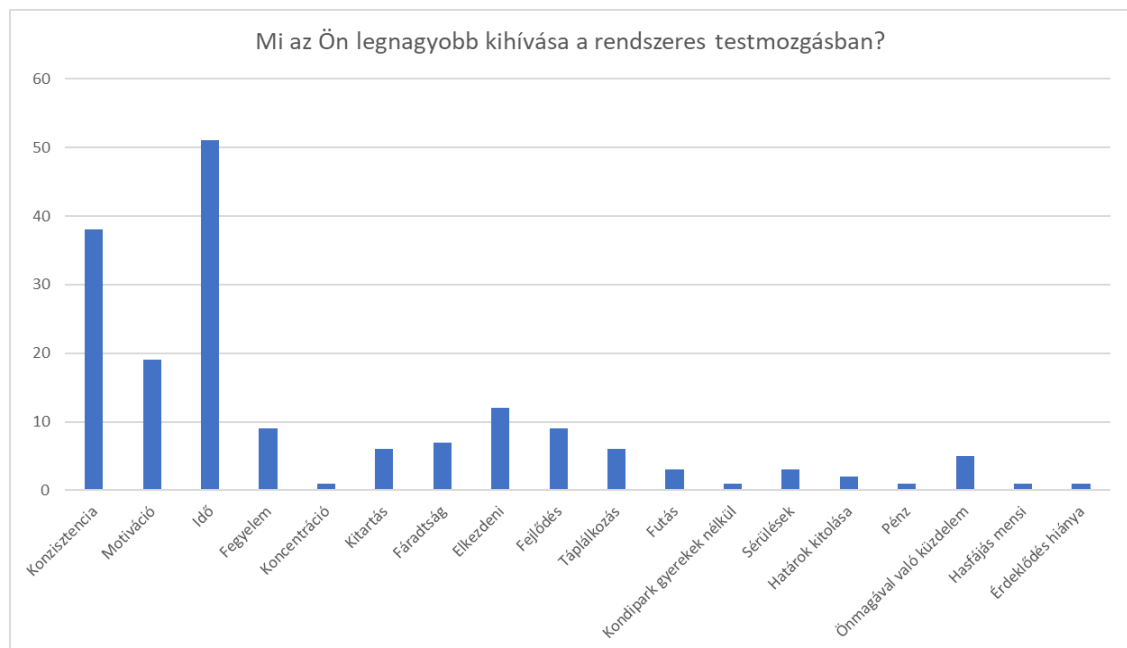


12. ábra - Vásárolt-e már valamilyen táplálékkiegészítőt influencer ajánlása alapján?

Ez is jól alátámasztja a korábbi gondolatunkat, miszerint nyereséges lehet az influencer marketing, de ennek elengedhetetlen eleme, hogy releváns személyeket válasszanak ki a cégek. Ezt az állításunkat megerősíti egy 2023-as új kutatás eredménye, miszerint „A fogyasztók 86%-a nagyobb valószínűséggel vásárol olyan márkáktól, amelyek valódi ügyfelek által készített tartalmakat osztanak meg a hagyományos, szponzorált influencer tartalmak helyett.” [18]

Legnagyobb kihívás a rendszeres testmozgásban

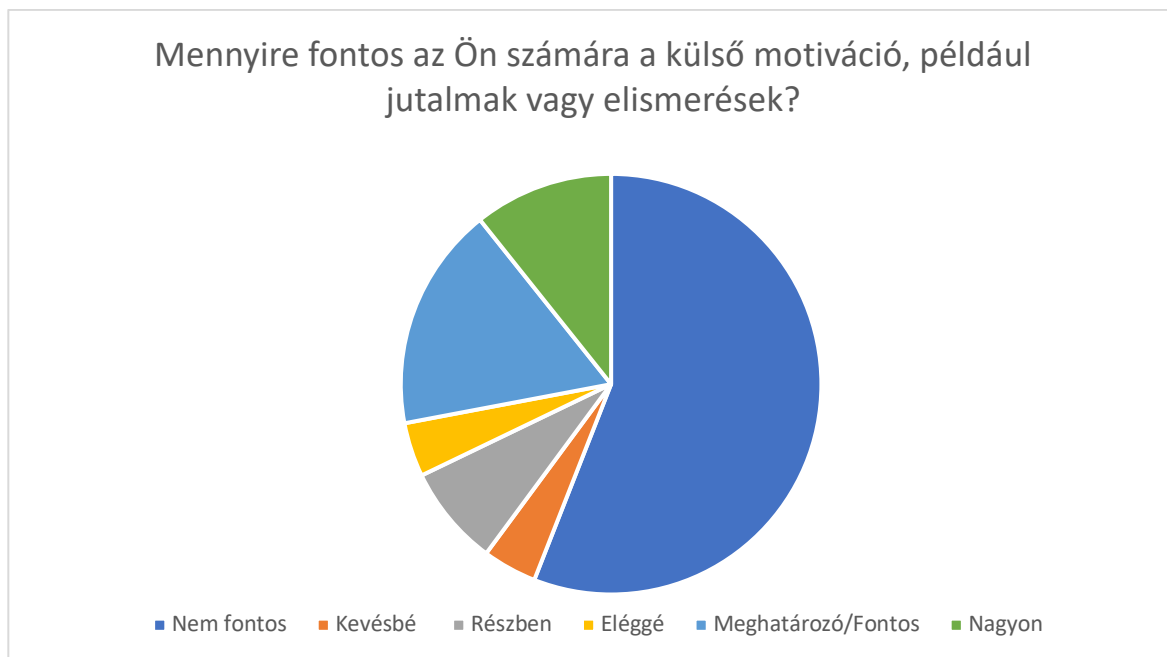
A válaszok kiértékelése folyamán rá kellett jöjünk, hogy a legnagyobb kihívást az emberek számára az idő jelenti. Elegendő idő és annak az időnek a megfelelő eltöltése. Éppen ezért az idő egy súlyozott értéként fog megjelenni a szimulációnkban, amelyről később részletesen fogunk írni.



13. ábra – Mi az Ön legnagyobb kihívása a rendszeres testmozgásban?

Külső motiváció jelentősége

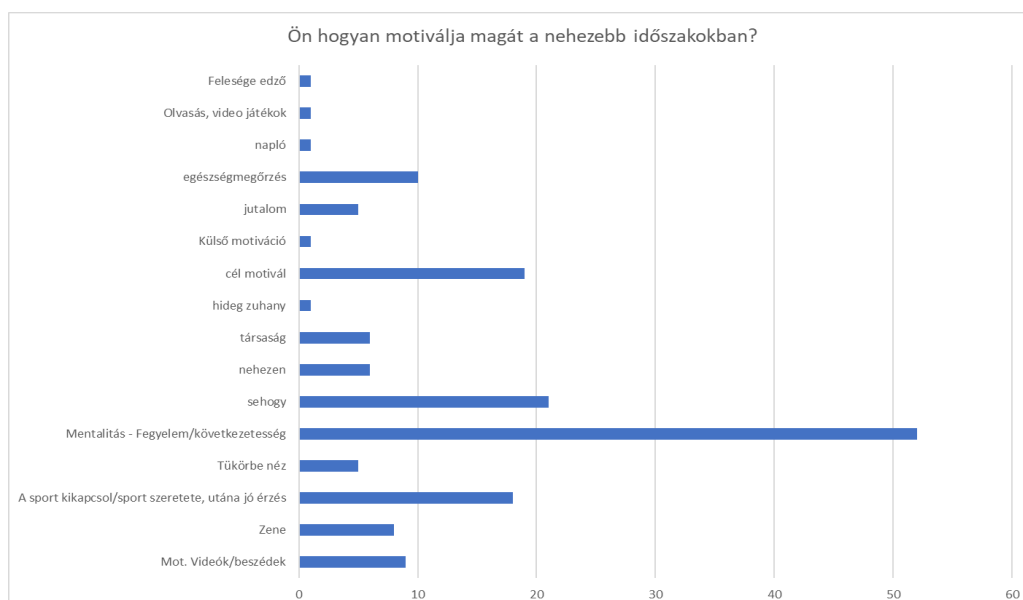
A kitöltőink jelentős része nem tartja fontosnak a külső motivációt. Az ilyen típusú emberek gyakran motiváltabbak is mint társaik, akik plusz külső motivációtól függenek / azt várják. Ez a külső motiváció olyan esetekben lehet hasznos, amikor az illetőnek egy nehéz feladatot kell megcsinálni.



14. ábra – Mennyire fontos az Ön számára a külső motiváció, például jutalmak vagy elismerések?

Ön hogyan motiválja magát a nehezebb időszakokban?

Sok kitöltőnkél a tudatosság és a fegyelem volt megfigyelhető ebben a kérdésben, mások motivációs videók, zene segítségével lendülnek túl a nehezebb napokon. Ilyen esetre egy jó taktika, ha az ember emlékezteti magát miért is kezdte el a sportolást, mi a célja.



15. ábra - Ön hogyan motiválja magát a nehezebb időszakokban?

Vizualizáció

Cytoscape.js

A vizualizáció megvalósításához a Cytoscape.js JavaScript könyvtárat alkalmaztuk, amely nyílt forráskódú és bárki számára szabadon elérhető. Ez egy olyan eszköz, amelynek a segítségével a gráfok vizuális reprezentálása és manipulálása valósítható meg. Támogatja a modern böngészőket és interaktív megjelenítést biztosít. Számos nagy tech cég használja, mint például az Amazon vagy a Google.[9]

A könyvtár segítségével képesek lehetünk dinamikus gráf létrehozására, és a létrehozott gráfok stílusainak széleskörű módosítására. Az ábrán látható, hogy meg kell hívunk a Cytoscape mag részét a programkód elején, majd meg kell adnunk neki egy DOM (Document Object Model) konténert, ez által biztosítva a megjelenést. Minden könyvtár specifikus kérés az a `this.cy`-on keresztül lesz elérhető jelen esetben. Az „elements” résznél adhatjuk meg a gráf csomópontjait és éleit. Ezek az adatok egy listában kerülnek letárolásra, és nagyon fontos a helyes hivatkozás. A Cytoscape rendelkezik kulcsszavakkal, amiket fel tud ismerni. Ilyen például az ID a csomópontok esetében, amellyel egyedi azonosítók adhatók a csomópontoknak azért, hogy később a kapcsolatok kialakulásakor

ne jöhessen létre döntési konfliktus. A kapcsolatokhoz tartozó kulcsszavak közül a `source` és a `target` a két legfontosabb. A `source` kulcsszóval megadható melyik csomópont kezdje a csatlakozást, a `target` pedig megadja, hogy melyik csomóponthoz csatlakozzon. Fontos még megemlíteni, hogy léteznek előre definiált elrendezések, amelyek közül választhatunk egy, a reprezentálásunk átláthatóságát legjobban elősegítő opciót. A „styles” résznél pedig

```
initiateGraph() {  
  this.cy = cytoscape({  
    container: document.getElementById('cy'),  
    elements: this.createGraph(),  
    layout: {  
      name: 'cola',  
      nodeSpacing: 50  
    },  
    style: [  
      {  
        selector: 'node',  
        style: {  
          'background-color': '#0060b6',  
          'content': 'data(id)',  
          'width': '40px',  
          'height': '40px',  
        }  
      },  
      {  
        selector: 'edge',  
        style: {  
          'line-color': '#6acbff',  
          'width': 1  
        }  
      }  
    ]  
  });  
}
```

16. ábra – Cytoscape specifikációk

definiálhatóak a CSS tulajdonságok, amelyek alkalmazásra kerülnek a csomópontokon és az éleken.

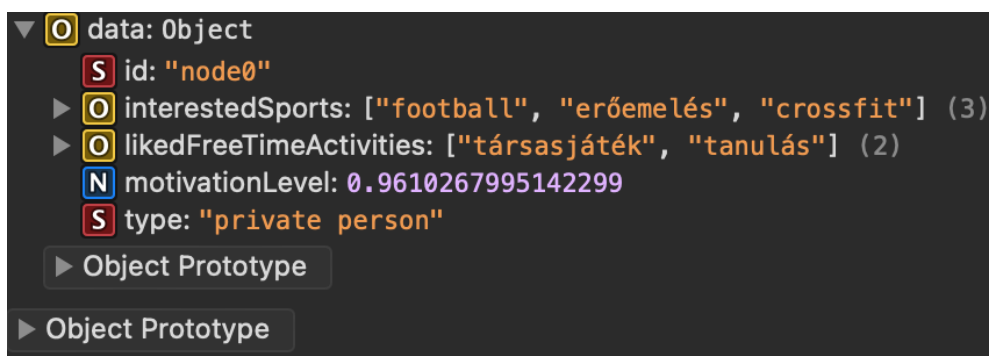
A szimulációink fajtái

A vizualizációs szimulációból kettő különböző scenáriót alkottunk meg.

- **Emberek hatása egymásra:** Ebben az esetben azt vizsgáltuk meg, hogy egy adott embertömegben, preferencia alapú kapcsolódás során a motiváció hogyan változik az embereknél.
- **Influencerek hatása az emberekre:** Ha adott egy (vagy több) influencer, akkor ezzel a módszerrel megvizsgálhatjuk, hogy egy adott embertömeg befolyásoltsága és motiváltsága hogyan alakul.

Csomópontok

A vizualizációban a csomópont (minden esetben) egy embert ír le a saját specifikus tulajdonságaival. Ezek a tulajdonságok megmutatják, hogy a személyek milyen sportok iránt érdeklődnek az életükben, és hogy milyen szabadidős tevékenységeket preferálnak. Ezeken felül rendelkeznek egy motiváltsági mutatóval, amely kifejezetten azt hivatott a szemünk elé tárni, hogy az adott személy mekkora elhivatottsággal rendelkezik az életmódminőségének javításához, vagy adott esetben magasan tartani azt. Ezeken túl az emberekről letárolásra kerül az is, hogy ők átlagemberek, vagy pedig valamilyen influencerek. Ennek a második számú szimulációban lesz nagy jelentősége.



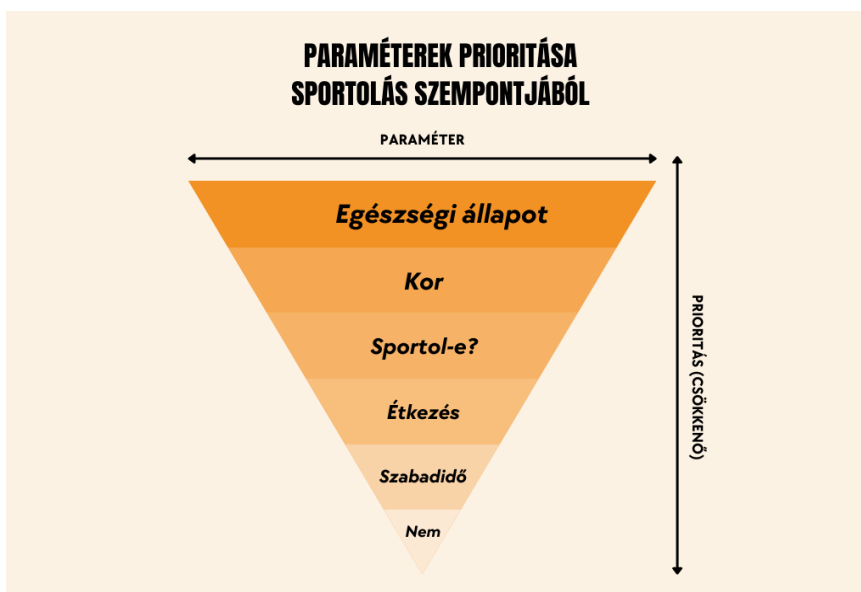
17. ábra – Az emberek nyilvános tulajdonságai

Paraméterek

Szimulációnkban a személyeket 6 db paraméterrel láttuk el.

- Kor
- Nem
- Sportol-e az illető? (amennyiben igen, akkor van egy lista az adott ember érdeklődési körébe eső sport tevékenységekről, illetve, hogy társaságban sportol-e)
- Szabadidő mennyisége (a kérdőívünk kiértékelése során állapítottuk meg, hogy ez a paraméter az egyik legfontosabb befolyásoló tényező, amelyet a következő fejezetünkben ki is fejtünk)
- Egészségi állapota:
 - Egészséges
 - Krónikus beteg (pl. magas vérnyomás, asztma, cukorbetegség)
 - Súlyos egészségügyi problémával küzdő (pl. rák, autoimmun betegség)
 - Sérült / gyógyulás alatt áll
- Táplálkozás:
 - Tudatos/egészséges
 - Vegyes
 - Nem figyel rá oda

Ezek az alábbi prioritási sorrend szerint befolyásolják, hogy egy adott ember sportol-e, ha igen akkor pedig mennyit és mit:



18. ábra – Paraméterek prioritása sportolás szempontjából

Továbbá összefüggéseket és összeférhetetlenségeket is meghatároztunk ezen paraméterek mentén:

Pl.:

- a) Ha valaki fiatal, akkor kisebb az esélye a krónikus betegségre.
- b) Akinek több szabadidő áll a rendelkezésére, az nagyobb hangsúlyt tud fektetni az étkezési szokásainak kialakítására.
- c) Ha valaki sérült / gyógyulás alatt áll, az nem sportolhat.
- d) Akinek a szabadideje 0, az nem sportolhat, nem lehet aktív.

Motiváltsági mutató

A program készítése során fontosnak tartottuk, hogy a motiváltsági mutató mindenképp egy metrika alapján kerüljön kiszámításra. Itt került bevezetésre a Vroom elvárás-elmélet, ami segített meghatározni egy olyan formulát, amellyel megadható egy értéként maga a motiváltság.

A Vroom Elmélet

Az elmélet lényege, hogy a motiváltságunk azon múlik, mennyire vonzó számunkra az eredményért kapott jutalom. [2]

A következő kérdések fogalmazódnak meg az egyénben:

- haszon, mit kapok?
- elvárásoknak való megfelelés
- megkapom, elérhetem?

Az elváráselmélet ezen a 3 feltételezésen alapul:

- **Vonzerő:** Ez arra utal, hogy az ember mennyire szeretné az adott jutalmat (pl. pénz, szabadidő stb.)
- **Elvárás:** Az alkalmazottak elvárásai személyenként eltérőek lehetnek, ennek felismerése a vezetőség feladata, és hogy megtalálják milyen erőforrásokra, tréningekre van szükség.
- **Hitelesség:** A vezetőség teljesíti-e ígéreteit, mennyire szavahihetőek.

Az elváráselmélet arra keresi a választ, hogy az egyén (mivel) mennyire motivált, motiválható. Vroom rájött, hogy a munkavállaló teljesítményét az egyéni tényezők, mint a személyiség, képességek, ismeretek, tapasztalatok is befolyásolják. Itt ugyan munkavállalókról és vezetőségről volt szó, de ha belegondolunk ez a képlet átvihető a sportba is pl. edzett – edző résztvevőkkel. [13]

Elváráselmélet formula [2]:

$$\text{Motiváció} = \text{Vonzerő} \times \text{Elvárások} \times \text{Hitelesség}$$

Ezen formula szerint, mindhárom elemnek léteznie kell ahhoz, hogy motivációról beszélhessünk. Bármely tényező alacsony, az az egész motivációra jelentős kihatással lesz. Az egyén akkor és csak akkor lesz motivált, ha hisz a képességeiben és amennyiben az eredmények valóban vonzóak a számára.

A folyamat a következőképpen néz ki [2]:

$$\text{Motiváció} \rightarrow \text{Teljesítés} \rightarrow \text{Eredmény} \rightarrow \text{Elégedettség}$$

A mi esetünkben meg kellett határoznunk azokat a tényezőket, amelyek teljesítik a vonzerő, az elvárás és a hitelesség definícióját. Ehhez a kérdőívből merítettünk segítséget, ugyanis tudatosan szerepeltek benne olyan kérdések, amelyek számításba vehetők ezen mutató kiszámítása során.

A 3 feltételezés lefordítva az egészséges életmód felé orientálódás motivációjára:

- **Vonzerő:** Az ember milyen mértékben tulajdonít jelentőséget annak, hogy tegyen az a célja elérésének érdekében lépéseket
- **Elvárás:** Mennyire fontos az embernek az, hogy külső megerősítést kapjon afelé, amit cselekszik? Szüksége van jutalmakra/elismerésekre?
- **Hitelesség:** Az ember mennyire hiszi azt, hogy a célja elérhető az általa végzett tevékenységekkel? Mennyire érzi hatásosnak a rendszeres testmozgást? Mennyire tartja hitelesnek akár a személyi edzőjét?

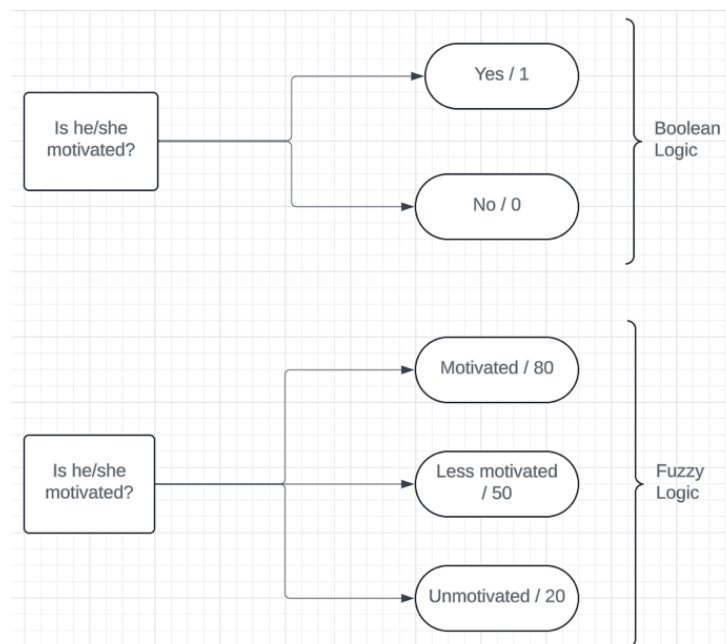
A kérdőívünkben szembesültünk azzal a ténnyel, hogy az emberek jelentős részének egy hatalmas küzdelmet jelent az, hogy beosszák az idejüket úgy, hogy jusson elég a mozgásra is. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy a motivációban hatalmas szerepet játszik az idő, mint tényező. Az idő egy súlyozott értéként jelenik meg a szimulációnkban, ami pozitív, illetve negatív irányba tudja azt elvinni. Mivel a helyes testmozgás végzéséhez nincsen szükség arra, hogy az ember elhagyja az otthonát az internetnek köszönhetően, mivel nagyon sok személyi edző megosztja az edzés technikai videóját, illetve sorozatokat készítenek arról, hogy milyen gyakorlatok végrehajtása szükséges a céljaink elérése érdekében. Ennélfogva a meghatározásunk az alábbi módon állt össze.

Az idő, mint tényező számszerűsített megjelenése:

- Kevesebb mint 1 óra szabadidő naponta: Ekkora szabadidő mennyiség esetén megállapításunk szerint az emberek rettenetesen nehezen motiválják magukat
- 1 óra szabadidő naponta: elegendő arra, hogy otthon elvégezhető gyakorlatokkal eddzen az ember, és fejlődjön.
- 2 óra szabadidő naponta: Elegendő arra, hogy már olyan gyakorlatokat is megcsináljon az ember, amelyhez az otthona kevés lenne, ilyen lehet például egy rövidebb biciklizés, vagy futás.
- 3 óra vagy több szabadidő naponta: Ebben az esetben már az ember megteheti azt, hogy tőle távolabb eső edzőterembe ellátogasson, és egy a célra kialakított edzőteremben edzhessen jól összerakott edzés tervvel, és akár személyi edző segítségével.

Fuzzy Logic alkalmazása

A Fuzzy Logic olyan logikai megközelítés, amely a homályos, nem egyértelműen élesen elkülönülő adatokat vizsgálja a Boolean logikával szemben, amelyben az események egyértelműen igen (1) és nem (0) eredménnyel leírhatóak. A Fuzzy Logic engedi, hogy az állítás igazságtartalmát egy 0-1 intervallumon értelmezett számmal alátámasszuk. Az elmélet azon az elképzelésen alapul, hogy sok esetben a Boolean logika túlságosan korlátozó, és nem alkalmazható az élet minden területén.[10] Az átfedéseket nem képes kezelni, ezáltal a részletek elvesznének, ha erre a logikára támaszkodnánk az élet minden területén. A mi kutatásunkban a határok az alábbi módszerrel alakulnak:



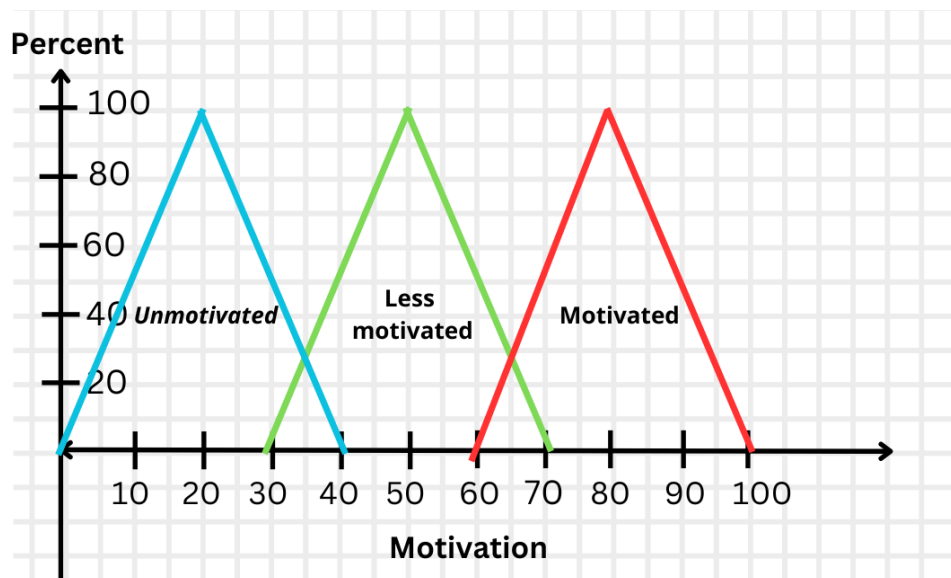
19. ábra - Fuzzy Logic a motiváció szempontjából definiálva

A Fuzzy Logic elemei

- **Szabályok:** Ezek a szabályok határozzák meg, hogy egy érték mekkora mértékben tartozik valamelyik előre felállított halmazba, és az if-then elágazásokat, amelyek a döntésmeghozatalt segítik elő.
- **Tagsági függvények:** Ezek a függvények szabályozzák azt, hogy mekkora mértékben is tartozik egy mért érték egy, az előre felállított szabályrendszerbeli halmazba egy 0-1 intervallumon visszaadott értékkel

- **Fuzzifikáció:** A bemeneti adatot átkonvertálja a fuzzy szabályainak megfelelően. Hozzárendelésre kerül az összes releváns halmazhoz, és meghatározzuk, hogy milyen mértékben tartozik ezekhez a halmazokhoz.
- **Defuzzifikáció:** A Fuzzy Logic által létrejött értéket egy könnyen értelmezhető értékke alakítjuk, amely megmutatja, hogy mely kategóriába is tartozik az adott ember.
- **Következtetési motor:** Meghatározza a bemeneti adatok alapján azt, hogy mely szabályok legyenek érvényesítve.[10]

A megvalósításunkban a tagsági függvények által kerülnek meghatározásra a különböző motiváltsági szintek. Mivel ezek a kategóriák nem élesen elkülöníthetők, és határozottan megmondható a tény, hogy mikortól is motivált valaki.



20. ábra - Fuzzy Logic tagsági függvényeinek meghatározása

A defuzzifikáció során a célunk, hogy egyértelműen meghatározható legyen az, hogy milyen kategóriába sorolható. Erre használtuk a „Center of Gravity” defuzzifikációs megoldást, amely meghatározza ezt a számot.

Súlypont módszer – „Center of Gravity”

Ez a módszer egy pontos értéket ad vissza attól függően, hogy a fuzzy tagsági függvényekben a súlypontja hol helyezkedik el [11]:

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

Ez által képesek leszünk arra, hogy egy már definiált kategóriába besoroljuk az embereket.[11]

Motivációs tényezők

A szimuláció során az emberek motivációs mutatójában lévő értékek súlyozottan jelennek meg. A súlyozás alapját az képezi, hogy a kitöltések alapján mely tevékenységek, ösztönző aspektusok kerültek megemlítésre az emberek által. Minél több szavazatot kapott egy opció, annál nagyobb súllyal került be a szimulációba. A súly jelenti ezeknél a középértéket. Annak érdekében, hogy minél szélesebb körben lefedjük az embereket a valós világból, ezen adatok rendelkeznek egy mozgási tartománnyal +20 és -20 arányban. Erre azért volt szükség, mert a való életben is hiába két embert ugyanazon tényezők befolyásolják, az, hogy mely tényező mekkora mértékben meghatározó a számukra, hiszen nem lehet ugyanakkora. Ennek köszönhetően sokkal több különböző motivációs szinttel rendelkező ember került ki, még ha a motivációjukat meghatározó tényezők azonosak is voltak.

```
goalList = [{ name: 'Health', value: 50.887573964497 },
             { name: 'appearance', value: 47.3372781065089 },
             { name: 'Mental Health', value: 37.8698224852071 },
             { name: 'Influencer', value: 2.3668639053254 },
             { name: 'compulsion to comply', value: 0.5917159763314 }],

rewardList = [{ name: 'Important', value: 27.810650887573964 },
               { name: 'Partly important', value: 11.834319526627219 },
               { name: 'Not important', value: 59.763313609467456 }],

efficiencyList = [{ name: 'Very effective', value: 80.48780487804878 },
                  { name: 'Effective', value: 17.682926829268293 },
                  { name: 'Not effective', value: 1.829268292682927 }]
```

21. ábra - A motiváció fő aspektusait tartalmazó listák, amelyek mindennek az alapjaként szolgálnak

A metrikánkról

Így a Fuzzy Logic, a Vroom elmélet és a kérdőívünkéből érkező adatok alapján, továbbá az idő mint potenciális motivációt meghatározó tényező bevezetésével hoztuk létre a saját metrikánkat, amelynek köszönhetően egy kibővített adathalmaz alapján kerül meghatározásra az, hogy az emberek mekkora motivációval rendelkeznek az általunk vizsgált témakörben. Ez az általunk készített metrika az alapja a rendszerünknek. Ennek segítségével képesek vagyunk egy széles skálán lefedni a valóságból az embereket, ez által egy új megközelítést kínálva arra, hogy a motivációs méréseket egy következő szintre helyezzük. Így nem csak a mérésre lehetünk képesek, hanem arra is, hogy következtetéseket vonjunk le arról, hogy bizonyos egyéni tulajdonságokkal rendelkező embereket miként motiválhatnak mások.

1. Szimuláció – Emberek kapcsolata egymással

Random Hálózat

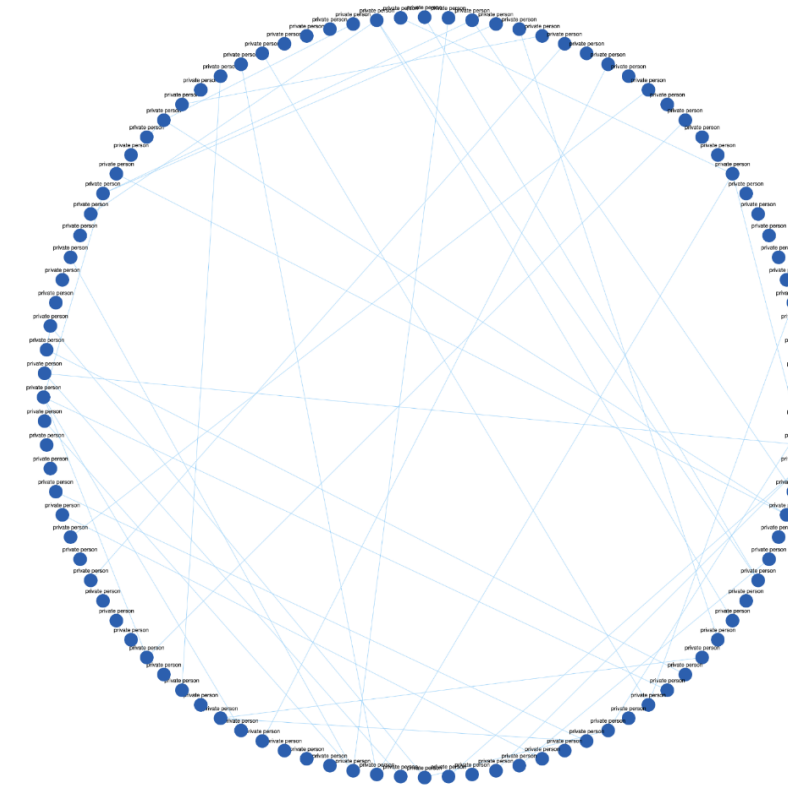
A hálózattudomány célja, hogy a valóságot hűen reprezentáló modelleket építsen meg, annak tulajdonságaival együtt. Modellezési szempontból a terv egyszerű: Szükségünk van csomópontokra, amelyeket élek kötnek össze. A nehézség abban rejlik a továbbiakban, hogy meghatározzuk a kapcsolatok keletkezésének a miértjét.[12] A kapcsolat két csomópont között nem lehet olyan, hogy a világ, vagy pedig a kapcsolat két végén álló fél minden aspektusát figyelmen kívül hagyja. Abban az esetben, ha mégis ez történik beszélhetünk random hálózatról. A kutatásunk során meg szeretnénk volna figyelni mi történik abban az esetben, ha a kapcsolatok az egyének között véletlen, de nem teljesen véletlen jönnek létre. Ennek megvalósítására vezettük be első körben azt az Erdős-Rényi modellt, amely az alábbi szerint jár el.

G (N, p) Model: Minden csomópont N darabig p valószínűséggel fog egymással kapcsolatot létesíteni.[13]

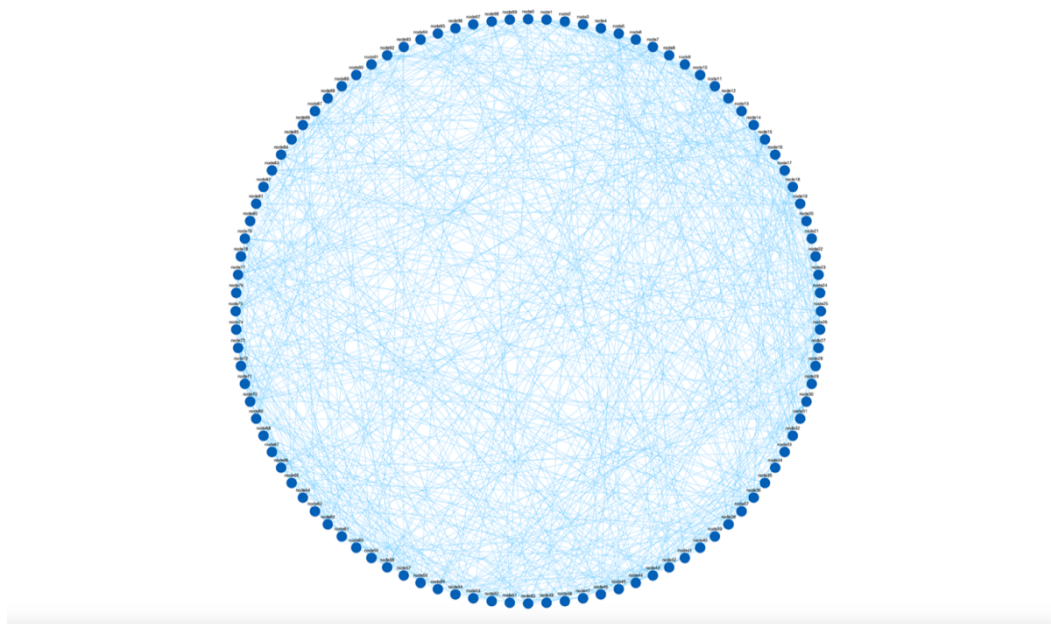
A random hálózat konstruálásához az alábbi lépésekre van szükség:

- Generálunk N darab csomópontot
- Kiválasztunk egy csomópont párt, majd generálunk egy random számot 0 és 1 között, és ha ez nagyobb, mint p, akkor összekötjük a csomópontokat [12]

A mi vizualizációinkban az emberek nem teljesen random kerülnek egymással kapcsolatba. Ugyan ott van a random tényező, de az emberek rendelkeznek tulajdonságokkal, mint például, hogy milyen szabadidős tevékenységeket és sportokat kedvelnek. Ezek azért szükségesek, mert az emberek általában olyanokkal szeretnek kapcsolatba kerülni, vagy olyan személyekkel alakítanak ki kapcsolatokat, akikkel van valami közös bennük. Ezért a vizualizációinkban csak akkor van esélye egy kapcsolatnak kialakulni, ha van átfedés a két csomópontként létrehozott



22. ábra - Kapcsolatok a szimuláció futtatásának az elején



23. ábra - Kapcsolatok alakulása a szimuláció végéhez közeledve

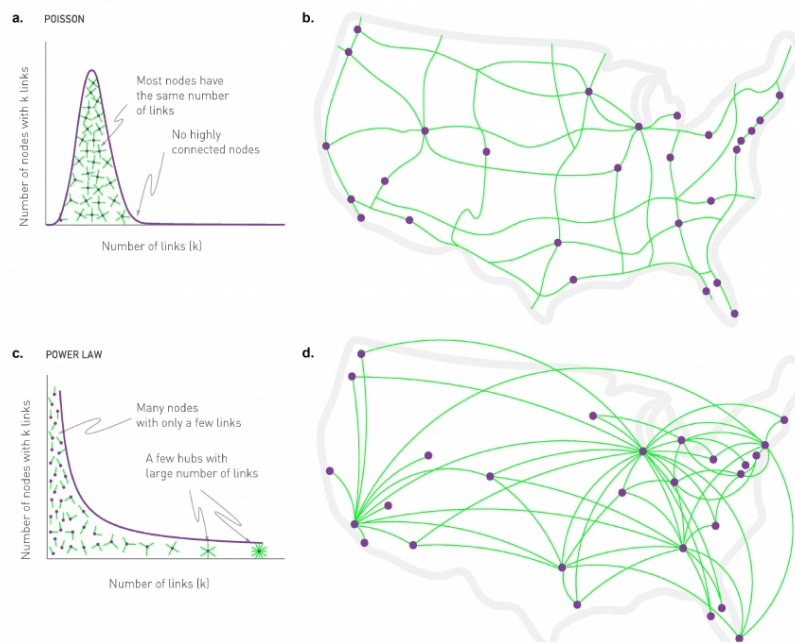
A szimuláció különböző futtatásai során kerültek feljegyzések arról, hogy az emberek átlagosan egy szimuláció elejétől a végéig hány új ismeretséget kötöttek. Továbbá a mért adatokból az is kiderült, hogy az emberek motivációs szintje mennyire változik az ismeretségek kialakulása során a szimuláció végére. Az alábbi táblázatban az látható, hogy a szimuláció 10 különálló futtatása során hogyan alakultak az új ismeretségek kötése, és hogyan alakultak a motivációs mutatók a végére az elejéhez képest átlagosan.

Futtatások száma	Átlag ismeretség kötés	Átlagos motiváció béli változás
10	7	9.42%

1. táblázat- Első szimuláció futásának eredményei

2. Szimuláció – Az emberek kapcsolata az influenzerekkel

A random hálózatokkal ellentétben, a skálamentes hálózatok nem Poisson eloszlást követnek, hanem Hatványeloszlást. Ez azt jelenti, hogy a random hálózatban lévő csomópontok mind hasonló számú kapcsolattal fognak rendelkezni, ez által nem lesz közöttük kirívóan sok kapcsolattal rendelkező csomópont. Ezzel szemben a skálamentes hálózatoknál a magas kapcsolatszámú csomópontok létezése elvárt. Ezeket nevezzük **hub**oknak.



22. ábra - Erdős-rényi és a Barabási-Albert modell összehasonlítása[21]

A Barabási-Albert modell arra az elméletre épít, hogy a csomópontok olyan további csomópontokkal kapcsolódnak nagy valószínűséggel, amelyek magas élszámmal rendelkeznek. Az alábbi képlet ezt mondja ki [20]:

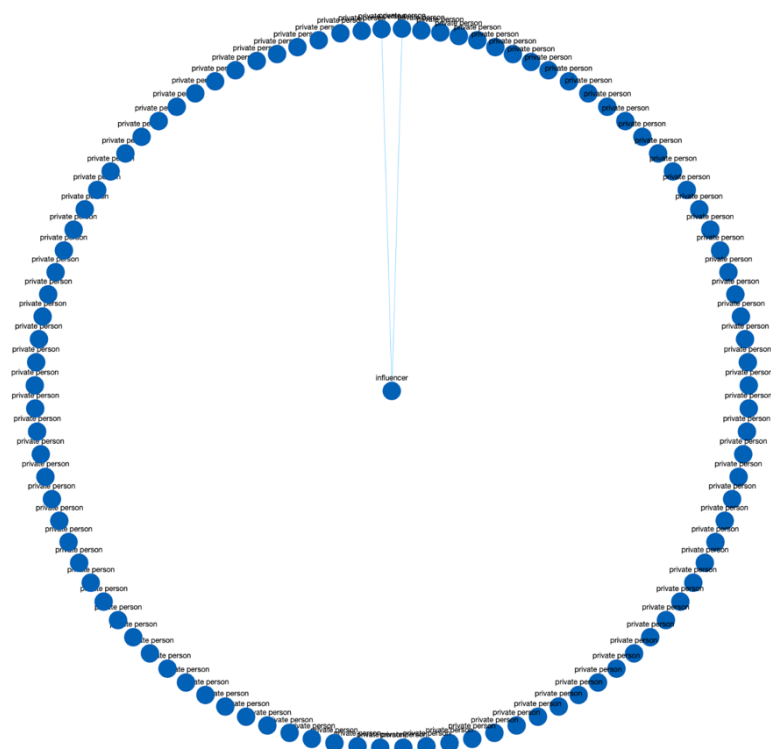
$$\Pi(i) = \frac{k_i}{\sum_j k_j}$$

Ez alapján a kutatásunkban a hubok maguk az influenzerek lesznek, akik egy már meglévő követőbázissal rendelkeznek. A továbbiakban azt ellenőriztük, hogy a hubokhoz való csatlakozás az emberek részéről hogyan alakul ki akkor, ha figyelembe vesszük azok relevanciát.

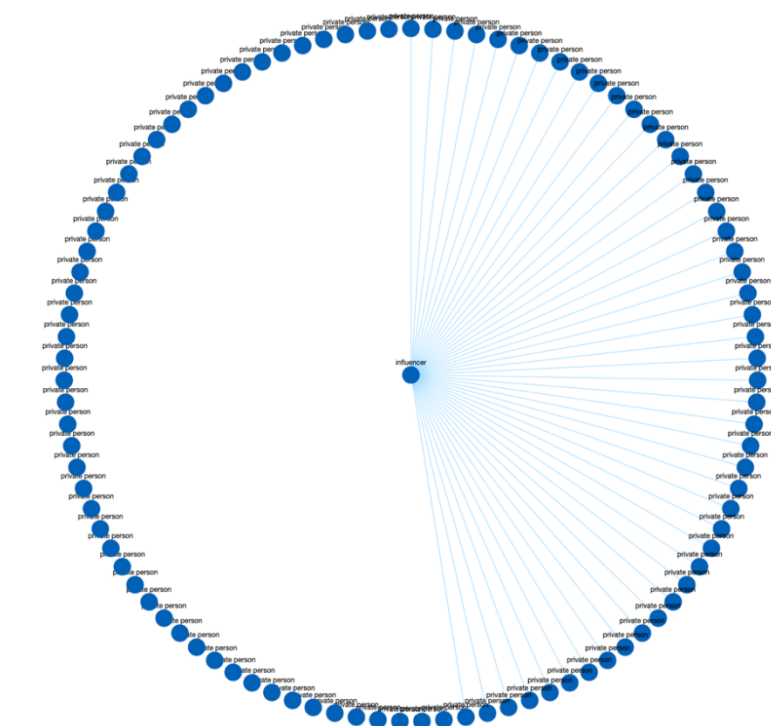
Az elméletünk az, hogy amennyiben egy olyan influencer, aki egészségesen él, ez látszik az általa közzétett tartalmakon, és önmagán, akkor az emberek sokkal szívesebben csatlakoznak hozzá, mint egy másik tartalomgyártóhoz, aki olyan termékeket tesz közzé és hirdet, melyek nem relevánsak az ő személyéhez.

Mivel a kapcsolat kialakításában nem csak az az alapvetés szerepel, hogy ahhoz csatlakoznak az emberek nagyobb valószínűséggel, akik eleve több csomóponthoz kapcsolódnak, hanem a relevancia is nagy szerepet játszik ebben, ez által jobban meg tudjuk határozni azt, hogy miként fog alakulni a továbbiakban a kapcsolatok száma. A kezdeti számot, ami alapján huboknak fognak számítani az influencerek a szimulációkban a követőszámuk határozza meg. Ez egy előre definiált adat, amelyet szabadon változtathatunk attól függően, hogy kit szeretnénk megadni a szimulációban, mint hub. Ha csak ezekkel az adatokkal dolgoznánk, akkor az influencerekhez való kapcsolódás több, mint 95%-os lenne, hiszen az eleve magas élszámuk miatt hatalmas előnyből indulnának a többi csomóponttal szemben. Az volt a célunk, hogy a szimuláció hűen tükrözze azt, amit a kérdőívünkből érkező válaszok alapján kaptunk, miszerint az emberek 62.7%-a követ valamilyen testmozgással foglalkozó influencereket.

Annak köszönhetően, hogy a relevanciát figyelembe vettük, és az emberek az alapján alakítanak ki kapcsolatot az influencerekkel, hogy mennyire relevánsak önmagukkal szemben, és mennyire egyezik az emberek érdeklődési körével az övék, sikerült a modellt egy olyan szintre hoznunk, amely a mért adatot megközelíti.



23. ábra - Kapcsolatok száma a szimuláció elején



24. ábra - Kapcsolatok alakulása a szimuláció végéhez közeledve

A szimuláció futtatása során ebben az esetben is készítettünk feljegyzéseket annak érdekében, hogy a mért adatokat ellenőrizni tudjuk a későbbiek során egymáshoz hasonlítva. A táblázatból leolvasható az, hogy 10 különböző szimulációnak a futtatása során hogyan is alakultak a kapcsolódások száma, és a motiváció béli változások a szimuláció végére, az elejétől kezdve, átlagosan. Érdekes lehet megfigyelni azt, hogy a motiváció kisebb arányban változott az előzőekhez képest.

Tesztesetek száma	Átlag új élszám (100 csomópont esetében)	Átlagos motiváció béli változás
10	60	5.76%

2. táblázat - Második szimuláció futásának eredményei

Adatbázis

Egy rövid összehasonlítással szeretnénk kezdeni, amely betekintést nyújt a választásunkba. Két fajta adatbázist kezdtünk el vizsgálni, a relációs, illetve a gráfadatbázist. Ezek vizsgálatával eltöltött hosszú napok következményeképp jutottunk el a választásunkig, amely a gráfadatbázis lett.

Relációs adatbázisok

A relációs adatbázisok adattáblákat használnak, sorokba és oszlopokba szervezik az információt. Az oszlopokban specifikus attribútumokat tárolunk az adat entitásról, a sorok az egyes adatrekordokat, vagy külső kulcs révén a kapcsolatokat jelölik.

Például, ha barátságokat szeretnénk tárolni adott személyekhez, akkor kettő darab táblára van szükségünk.

Lentebbi táblázat legyen a Profiles táblánk:

ID	Name
1	Ryan
2	Matthew
3	Timothy
4	Joe

3. táblázat - Profiles tábla

Az alábbi táblánk pedig tárolja a kapcsolatokat:

ProfileID	FriendID
1	2
1	3
2	4
2	1
3	1
3	4

4. táblázat - Tábla a kapcsolatok tárolására

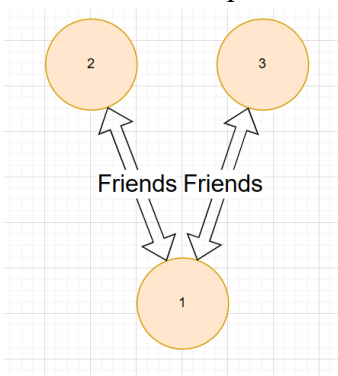
Látható, hogy redundancia és duplikáció van az összetett kapcsolatok ábrázolásakor, azaz egy entitás kapcsolatait több sorban tárolja el. Ami növelheti a tárolási igényeket, és nagy mértékben csökkentheti a teljesítményt. A relációs adatbázisok SQL-t használnak az adatok feldolgozásához. Kiemelkednek továbbá a strukturált adatok, és a jól definiált kapcsolatokkal

rendelkező táblák kezelésében. Kimagaslóan hatékonyak összetett szűrésekben, összesítésben és táblák összekapcsolásában.

Nem kínál olyan modellezési módot, ami a gráfokat természetesen tudná kezelni, mivel hiányzik belőlük gráfszerű struktúra és ezek lekérdezésének a megoldása. Bár lehetséges egy gráfszerű viselkedés emulálása, de ez valójában csak bonyolultabb lenne és hatékonyságban sem a megfelelő megoldás.[14]

Gráfadatbázisok

A gráfadatbázisok gráf felépítést használnak, tulajdonságokkal, élekkel és csomópontokkal. A csomópontok objektumok, az élek a csomópontok közötti kapcsolatot jelölik, a tulajdonságok pedig a csomópontok és élek attribútumait írják le. Ez a dinamikus struktúra hasznossá teszi a gráfadatbázist az összekapcsolt adatok megjelenítéséhez. Nagyobb rugalmasságot biztosít a kapcsolatok és az adattípusok tekintetében.



25. ábra - Gráfadatbázis kapcsolatok

Itt már látható, hogy nincs duplikáció, sem pedig redundancia a kapcsolatok modellezése közben. A gráfadatbázisok gráfalgoritmusokat használnak, mint a mélységi vagy a szélességi keresések a lekérdezésekhez. Ezek hasznosak bonyolultabb kapcsolatokkor, mivel sokkal gyorsabban képesek ezek megértésében és feldolgozásában. Nagyszerűen teljesítenek a horizontális skálázásban, és partícionálást használnak. A partíciók különböző szervereken találhatóak, aminek a segítségével párhuzamosan tudják feldolgozni a lekérdezéseket. A csomópontok szétosztásával, nagyon gyorsan tudják feldolgozni a kéréseket. A gráfadatbázisok index-free adjacency-t használnak, aminek köszönhetően nagyszerű teljesítményt nyújtanak. Index mentességnek köszönhetően közvetlenül érhetőek el, egy adott csomópont szomszédjának az információi. Rendkívül gyorsan navigál az entitások között. Így tehát nincs szüksége indexelésre. [14]

A gráfadatbázis választásának előnyei számunkra

A hálózaton keresztüli bejárást igénylő elemzésekhez – mint például a két személy közötti legrövidebb út azonosítása vagy a hálózat feltárása az egyes csomópontok hatásának megértéséhez – a gráfadatbázisok kiváló teljesítményt nyújtanak. Úgy tervezték, hogy hatékonyan kezeljék a mély és többszintű kapcsolatokat, lehetővé téve a lekérdezések gyors végrehajtását, amelyek erőforrás-igényesek és lassabbak lennének relációs adatbázis-kontextusban.

Tekintettel arra, hogy kutatása célja a hálózatok fejlődésének megértése, illetve, hogy miként befolyásolják a motiváció és egyéb tényezők ezeket a változásokat, a gráfadatbázisok rugalmasságot kínálnak a hálózat dinamikus frissítéséhez és lekérdezéséhez. A kapcsolatok hozzáadása, eltávolítása vagy módosítása egyszerű, és nincs jelentős hatással a teljesítményre. Ez a dinamikus jelleg kulcsfontosságú a különféle forgatókönyvek szimulálásához, valamint az aktív felhasználók és motivációs tényezők hatásának megfigyeléséhez a hálózat szerkezetére és dinamikájára.

A gráfadatbázisok támogatják az összetett lekérdezéseket és elemzéseket, amelyek elengedhetetlenek a közösségi hálózatok mélyreható kutatásához. Ezek az algoritmusok segíthetnek a mögöttes minták, a befolyásos csomópontok és a hálózaton belüli klaszterek feltárásában, betekintést nyújtva abba, hogy a motiváció és az aktivitási szintek hogyan járulnak hozzá a hálózat általános dinamikájához.

Mivel a kutatás kiterjedhet nagy és összetett közösségi hálózatokra, a gráfadatbázisok vízszintes és vertikális skálázásra egyaránt alkalmasak. Hatékonyan kezelhetik a nagy mennyiségű adatot és összetett lekérdezéseket anélkül, hogy a teljesítmény jelentősen romlana, így biztosítva, hogy az elemzések megbízhatóak maradjanak az adatkészlet növekedésével.

Összefoglalva, egy gráfadatbázis alkalmazása a kutatásban jelentősen javíthatja a közösségi hálózatok összetettségének modellezési, elemzési és megértési képességét. Az egyének és kapcsolataik közvetlen ábrázolása, az összekapcsolt adatok kezelésének hatékonyságával kombinálva, szilárd alapot ad az ismeretségi hálózatok dinamikájának feltárásához. Ezenkívül a gráfadatbázisok fejlett analitikai képességei és méretezhetősége jól illeszkedik kutatásának céljaihoz, különösen a motiváció és más tényezők közösségi hálózatokra és változásokra gyakorolt hatásainak vizsgálatakor.

ArangoDB vs Neo4j

A következő alfejezetben szeretnénk bemutatni és jobb átláthatóságot biztosítani, hogy milyen tulajdonságok és funkciók figyelembevételével választottunk gráf adatbázis-kezelő rendszert a szimulációnk számára. Első körben a Neo4j-vel indultunk, azonban a két rendszer alapos összehasonlítása és vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy érdemes lesz váltani az ArangoDB-re.

Az ArangoDB azzal különbözteti meg magát a Neo4j-től, hogy olyan lehetőségeket kínál, amelyek megfelelnek a szélesebb körű adatkezelési követelményeknek és a teljesítményelvárásoknak.

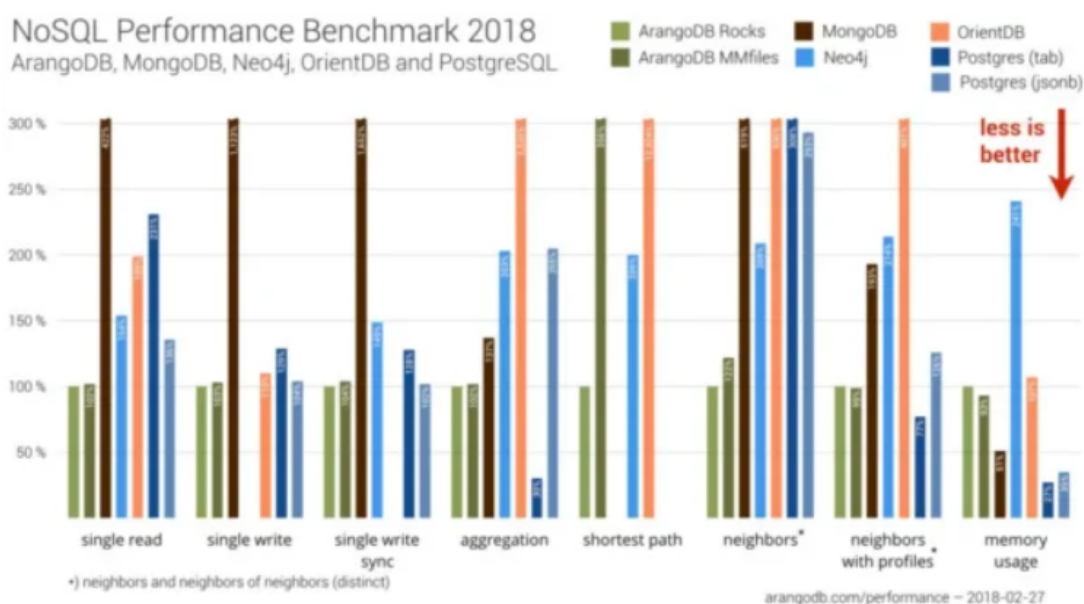
- **Sokoldalúság, többmodell támogatás:** Az általunk választott adatbázis kiemelkedik azzal, hogy több adatmodellt támogat egyetlen adatbázis-kezelő felületen belül. Ezzel ellentétben a Neo4j kizárólag a gráf adatokra koncentrál. Az ArangoDB egy helyen kezeli a gráfokat, dokumentumokat és kulcs/érték adatmodelleket, észszerűbb és integráltabb adatkezelést tesz lehetővé, elkerülve a különböző adattípusokhoz szükséges további adatbázisok telepítését és kezelését.
- **Továbbfejlesztett skálázhatóság:** Az ArangoDB-t úgy tervezték, hogy hatékonyan skálázza a gráf adatokat számos példányon keresztül, hatékonyan kezelve a gráf adatok elosztásával kapcsolatos kihívásokat. Ez a méretezhetőségi szolgáltatás jelentősen csökkenti a hálózati ugrás problémájának hatását, megkönnyítve az elosztott adatkészletek közötti gyorsabb és hatékonyabb lekérdezéseket. Ez a skálázhatósági szint jelenleg nem érhető el a Neo4j-vel.
- **Speciális bővíthetőség:** A platform lehetővé teszi egyéni vagy meglévő adatközpontú mikroszolgáltatások integrálását és végrehajtását a dedikált JavaScript-keretrendszeren belül. Ez a képesség leegyszerűsíti az összetett gráfműveleteket, lehetővé téve azok egyetlen API-híváson keresztül történő végrehajtását, és olyan fokú rugalmasságot és bővíthetőséget biztosít, amelyet a Neo4j nem biztosít.
- **Kiváló teljesítmény:** Az ArangoDB nagy teljesítményre van optimalizálva, még akkor is, ha ugyanazt a gyűjteményt használják gráf- és dokumentum lekérdezésekhez. Az

összehasonlító teljesítményértékelések azt mutatják, hogy ez az adatbázis különböző használati esetekben képes megegyezni vagy felülmúlni a Neo4j teljesítményét.

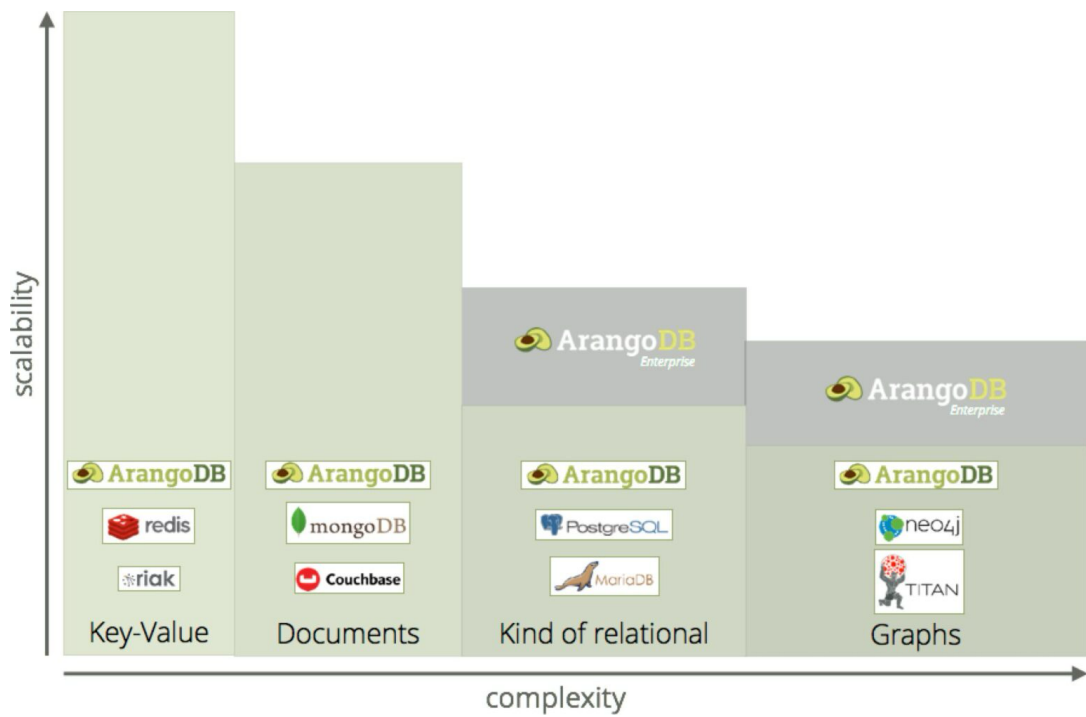
- **Költséghatékonyság:** Az általunk választott ArangoDB a felhasználási esetek széles skálájának kielégítésével és a többszörös tárolási megoldások minimalizálásával hozzájárulhat a működési költségek csökkentéséhez. A különböző adatmodellek átfogó támogatása és méretezhető architektúrája költséghatékony és hatékony megoldást kínál összetett adatkezelési igényekre.

Lényegében az ArangoDB egy jobb szolgáltatást kínál, amely előnyösebb választássá teszi olyan projektek számára, amelyek megkövetelik a több modell támogatásának rugalmasságát, az elosztott adatok méretezhetőségét, a testreszabható bővíthetőséget és az általános működési hatékonyságot. [15]

Két beszédes grafikon, amelyek alátámasztják az állításainkat:



26. ábra - NoSQL Benchmark [15]



27. ábra - A két gráf adatbázis-kezelő rendszer összehasonlítása skálázhatóság és komplexitás szempontjából. [15]

ArangoDB választása

Kutatásunk esetében a választás végül az ArangoDB-re esett a funkciók széleskörű választéka miatt. Sokoldalú adatmodellje rugalmasságot kínál a dokumentumok, gráfok és kulcsérték adatok egyetlen adatbázison belüli elhelyezésére, kielégítve változatos adatkezelési igényeinket. Az ArangoDB Query Language (AQL) különösen vonzó számunkra, mivel képes bonyolult lekérdezéseket és elemzéseket végrehajtani, egyszerűsíteni az adatkezelési és visszakeresési folyamatokat. Ezenkívül a teljesítménye és méretezhetősége biztosít minket arról, hogy hatékonyan tud kezelni nagy mennyiségű adatot, illetve magas tranzakciós arányt, ami kulcsfontosságú a növekvő projektigényeink szempontjából. Ezek az attribútumok együttesen az ArangoDB-t egy kiemelkedő adatbázis-megoldássá teszik, amely jól illeszkedik a nagy teljesítményre, rugalmasságra és átfogó adatkapcsolat-kezelésre vonatkozó célkitűzéseinkhez.

Az ArangoDB integrálása a szimulációba

Az integrálásnak az első lépése a kapcsolat létrehozása volt a helyi ArangoDB példányunkkal. Az arangojs könyvtárat használtuk a kapcsolat megkönnyítésére. Az adatbázis nevének, URL-jének és hitelesítési adatainak megadásával kapcsolódtunk adatbázisunkhoz, és fel tudtuk készíteni az adatkezelésre és lekérdezésekre. Ez a beállítás lehetővé tette számunkra, hogy a Node.js háttérrendszerünkől közvetlenül kommunikáljunk az ArangoDB-vel, továbbá a CRUD műveletek végrehajtását és az összetett lekérdezések egyszerű futtatását.

Az adatmodell beépítésével a szimuláción belül egy interfészt implementáltunk. Ez magában foglalta a csomópontok és élek az adatbázisunkba történő beillesztésére és frissítésére szolgáló függvények létrehozását, tükrözve szimulációnk dinamikus változását. Így szimulációnk állapota mindig pontosan van ábrázolva az adatbázisban. Szimulációnk megkövetelte a dinamikus adatok kezelésének képességét, miközben az entitások folyamatosan változtatják állapotukat és kölcsönhatásba lépnek egymással. Ennek érdekében kifejlesztettünk egy mechanizmust a grafikon adatainak valós idejű frissítésére, az ArangoDB hatékony frissítési műveleteinek felhasználásával. Ez lehetővé tette számunkra, hogy a szimulációs események kimenetelét azonnal megjelenítsük az adatbázisban, és naprakész képet kapjunk a szimulációs állapotról az adott pillanatban.

Az ArangoDB integrálásának jelentős előnyei voltak az általa kínált hatékony lekérdezési lehetőségek, különösen az ArangoDB Query Language (AQL) révén. Az AQL segítségével összetett lekérdezéseket és elemzéseket végeztünk szimulációs adatainkon, lehetővé téve számunkra, hogy értelmes betekintést és mérőszámokat nyerjünk ki a szimulációból. Ez a képesség nagyban hozzájárult a különböző szimulációs forgatókönyvek eredményeinek értékeléséhez és szimulációs paramétereink optimalizálásához.

AQL használata kutatásunkban

AQL segítségével meghatározhatjuk a közvetlen és közvetett kapcsolatokat a hálózatunkban, az egyének közötti legrövidebb utat a lehetséges kapcsolatok felfedezéséhez. Csoportosíthatjuk közös érdeklődési körök, hobbik alapján, ezek alapján megállapíthatjuk a közösség építés megkönnyebbítését. Egyének és csoportok motivációs szintjét tudjuk összehasonlítani, felfedezhetjük az érdeklődési körök és motivációs szintjük közötti összefüggéseket.

```

1  LET friendshipGroups = (
2    FOR node IN Nodes
3      LET friends = (
4        FOR friend IN 1..1 ANY node Edges
5          RETURN {
6            "friendId": friend._key,
7            "motivationLevel": friend.motivationLevel,
8            "interestedSports": friend.interestedSports
9          }
10     )
11     LET averageMotivation = AVERAGE(friends[*].motivationLevel)
12     LET sportsFlat = FLATTEN(friends[*].interestedSports)
13     LET sportsCount = (
14       FOR sport IN sportsFlat
15         COLLECT sportName = sport WITH COUNT INTO sportCount
16       SORT sportCount DESC
17       LIMIT 3
18       RETURN { "sport": sportName, "count": sportCount }
19     )
20     RETURN {
21       "personId": node._key, "friends": friends[*].friendId, "averageMotivation": averageMotivation, "topThreeSports": sportsCount
22     }
23   )
24   FOR group IN friendshipGroups
25     RETURN group

```

28. ábra - AQL Lekérdezés példa: Baráti társaságok, átlag motiváció, három legkedveltebb sport

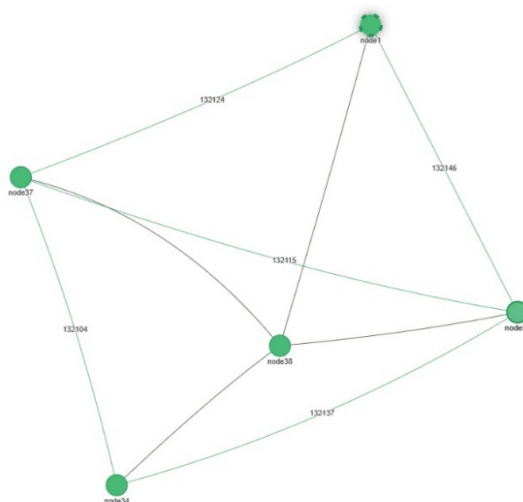
Baráti társaság	Átlag motiváció	Kedvelt sportok
["node39","node38", "node34","node32", "node31","node29"]	43.912237	[{"Erőemelés", "Kerékpározás","softball"}]

["node5","node9", "node24","node25", "node41","node44"]	46.809345	[{"football", "softball","crossfit"}]
---	-----------	--

5. táblázat- Baráti társaság

Kulcsfontosságú személyeket határozhatunk meg akik nagy hatással bírnak a körülöttük lévő személyekre. Elemezhetjük a befolyás terjedését a kapcsolatok hatása alapján, és azt is, hogy hogyan hatnak a csoport dinamikájára, valamint az egyének döntéshozatalára. Elemezhetjük a közösségek struktúráit és azoknak a tulajdonságait. Ezeknek a fejlődését nyomon követhetjük, hogyan változnak idővel. Azonosítani tudjuk ezen belül a felhasználók viselkedésének a változását, új trendjeit. Ki tudjuk elemezni a hálózat növekedését, állapotát, az aktív és inaktív felhasználók, valamint az elköteleződési szintek nyomon követésével. Megfigyelhetünk lemorzsolódást, és azonosítani tudjuk a felhasználók hálózat elhagyásának lehetséges okait. Ezek a lekérdezések nem csak mély betekintést nyújtanak a hálózatunk szerkezetébe és működésébe, hanem rengeteg értékes információt is kínálnak a közösségi elkötelezettség előmozdításához, a hálózat által nyújtott általános érték növeléséhez, és kutatásunk pontosabb megértéséhez.

Az AQL segítségével hatékonyan hajthatjuk végre ezeket az összetett lekérdezéseket.



29. ábra - Baráti társaság ahol, minimum három ember rendelkezik magasabb motivációs szinttel, és minimum ketten ugyan azt a sportot végzik

Összefoglalás

A kutatásunk eredményesnek bizonyult, mert sikerült egy olyan rendszert kifejlesztenünk, amely a preferencia alapú kapcsolódást helyezi előtérbe a motiváció meghatározásakor, legyen szó skálamentes vagy random hálózatról. Kérdőívünk által bizonyítást nyert az a tény, hogy az emberek egymásra sokkal nagyobb hatást gyakorolnak a passzív életmódról az aktív életmódra való áttérésben, mint az influencerek.

A legnagyobb kihívást számunkra a valós adatok begyűjtése jelentette a kérdőív segítségével és annak kiértékelése sem volt sétagalopp tekintve, hogy sok válasz érkezett, sokan gondoltak hasonlóra, de más-más megfogalmazásban. Az eredmények elemzése során nyilvánvalóvá vált számunkra, hogy az idő, mint paraméter játssza az egyik legjelentősebb szerepet és egyben ez jelenti a legnagyobb kihívást az emberek számára a mindennapokban. Kérdőívünkéből továbbá az is egyértelműen kiderült, hogy a hitelesség kérdése egy nagy probléma az influencerek esetében. Gondoljunk csak bele, nem túl bizalomgerjesztő amikor a pár napja még egy gyors étterem által szponzorált tartalomgyártó mára az egészséges életmódot és a különböző táplálékkiegészítőket kezdi reklámozni. Következtetésképp megállapítható, hogy a cégeknek sokkal nagyobb odafigyeléssel kell kiválasztani azt a releváns személyt, akivel reklámozni szeretnék a terméküket/termékeiket. A követőbázis és a számok fontos dolgok, de nem alapozhatnak csak ezekre az adatokra. Kérdőívünk eredményeiből egyértelműen kiolvasható, hogy csak azért, mert valaki egy adott embert követ, ettől még ez nem egyenlő azzal, hogy vásárolni is fog az ő hatására, sőt ennek a valószínűsége nagyon alacsony.

A vizualizáció elkészítése során szerzett tapasztalatok jól mutatják, hogy a Barabási–Albert-modell és az Erdős-Rényi-modellek hatékony eszközei lehetnek az emberek motivációjában történő változások elemzésének a megfelelő módosítások elvégzését követően.

Az Erdős-Rényi-modell nem kifejezetten arra használatos, hogy valós életbeli problémákat szimuláljon, de a mi változtatásainkkal ez a probléma áthidalható lett mert nem egy valószínűségi változón múlik a kapcsolat kialakítása, hanem az emberek tulajdonságaiban lévő átfedésekben. A megtörtént változtatásokkal képesek lettünk arra, hogy a valós életbeli kapcsolat kialakítást átvigyük a szimuláció világába.

A Barabási-Albert-modellről: Nem csak azt vettük figyelembe, hogy egy csomópont az alapján kapcsolódik egy másikhoz, hogy az mennyi már meglévő kapcsolattal rendelkezik,

hanem azt is, hogy a magas kapcsolatszámmal rendelkező hub(=influencer) mennyire releváns az adott ember számára.

Jelen kutatásunk eredményei kiváló alapot nyújthatnak további kérdések vizsgálatára, amennyiben kiegészítjük a modellt egyéb jellemzőkkel az emberek esetén. Akár úgy is lefordíthatjuk, hogy konkrét emberek esetén vizsgáljuk a szimulációkat, olyan formában, hogy egy adott emberről minden apróságnak tűnő részletet is felviszünk a csomópontba és így valósághűen reprezentálni fog egy adott embert. Ezáltal egy sokkal részletesebb képet kaphatunk arról, hogy miként alakul a motiváció személyre szabottan.

A meglévő adatokon bővítésével az elkészített metrikánk esetén is elképzelhető egy kiegészítés olyan adatokkal, mint pl. a nyugodtsági állapot, közérzet, milyen napja van az adott illetőnek, vagy akár az időjárás változása. A motivációt és a hajlandóságot rengeteg minden tudja nagyban befolyásolni, amely a modellben is meg tud jelenni.

A kutatásunk eredményei alapján részletesebb kérdések megfogalmazásával további kérdőívek összeállítása is elvégezhető, amelyben a fentebb említett részletesebb és célzottabb faktorok is figyelembe vehetők.

Az eredmények kiértékelésénél a Fuzzy Logicból kiindulva akár a gépi tanulás irányába is tovább vihető a munka, melyben akár az is elérhető, hogy a szimulációnk egy hónapra/évre előrejelzést adjon a motiváció várható változásairól.

Még egy záró, fontos gondolat: A jövőbeli tervekkel és lehetőségekkel kapcsolatos közös ötletelések során arra a következtetésre jutottunk, hogy a téma méretéből fakadóan annyira szerteágazó a lehetőségek tárháza, hogy kiemelkedő figyelmet kell fordítsunk arra, hogy szigorú lehatárolások mentén haladjunk. Mint ahogyan a kérdőívünk segítségével megállapítottuk, hogy az idő egy komoly befolyásoló tényező a sportban, így a mi sikerünk kulcsa a jó és tudatos időbeosztás lehet.

Irodalomjegyzék

Könyv

- [8] Albert-László Barabási. Network Science. Image 2.20. Cambridge University Press, 2016.
<http://networksciencebook.com/chapter/2#homework2>
- [12] Albert-László Barabási. Network Science. Random Networks. Cambridge University Press, 2016. - <http://networksciencebook.com/chapter/3#random-network>
- [13] Albert-László Barabási. Network Science. Box 3.1. Cambridge University Press, 2016.
<http://networksciencebook.com/chapter/3#random-network>
- [19] Albert-László Barabási. Network Science. Cambridge University Press, 2016.
<http://networksciencebook.com>
- [20] Albert-László Barabási. Network Science. (5.1) Cambridge University Press, 2016.
<http://networksciencebook.com/chapter/5#barabasi-model>
- [21] Albert-László Barabási. Network Science. Image 4.6 Cambridge University Press, 2016.
<http://networksciencebook.com/chapter/4#hubs>

Folyóirat

- [1] Balogh Dávid János, Adamkó Attila - Motivation graphs: an eHealth service using network models and Machine Learning techniques, University of Debrecen, Hungary, 2023
- [9] Max Franz, Christian Lopes, Dylan Fong, Mike Kucera, Gary Bader - Cytoscape.js Graph theory (network) library for visualisation and analysis University of Toronto. Published in Oxford Bioinformatics (2016, 2023). <https://js.cytoscape.org/#introduction/who-uses-cytoscape.js>
- [11] Debasis Samanta, Indian Institute of Technology Kharagpur, Defuzzification Methods.
<https://cse.iitkgp.ac.in/~dsamanta/courses/archive/sca/Archives/Chapter%205%20Defuzzification%20Methods.pdf>

Internetes hivatkozások

[2] Elvárás elmélet összefoglaló -

https://www.5mp.eu/fajlok/usasupplements/elvaras_elmelet_www.5mp.eu_.doc

[3] Carmen Ang, Sep 15, 2020. Fitness apps grew by nearly 50% during the first half of 2020

<https://www.weforum.org/agenda/2020/09/fitness-apps-gym-health-downloads/>

[4] Kendra Cherry, May 03, 2023. Motivation: The Driving Force Behind Our Actions

<https://www.verywellmind.com/what-is-motivation-2795378>

[5] Knowledge Center. Expectancy Theory (Vroom) -

https://www.12manage.com/methods_vroom_expectancy_theory.html

[6] ganga4518, The Algorithms Behind The Working Of Google Maps, 2021.08.30

<https://blog.codechef.com/2021/08/30/the-algorithms-behind-the-working-of-google-maps-dijkstras-and-a-star-algorithm/>

[7] Pietro Crovari, Google Maps and graph theory, 2019.05.20

<https://magazine.impactscool.com/en/speciali/google-maps-e-la-teoria-dei-grafi/>

[10] Fuzzy Logic | Introduction, 2023.01.24 <https://www.geeksforgeeks.org/fuzzy-logic-introduction/>

[14] AWS, What's the difference between a graph database and a relational database?

<https://aws.amazon.com/compare/the-difference-between-graph-and-relational-database/>

[15] ArangoDB, Arangodb vs Neo4j - <https://arangodb.com/solutions/comparisons/arangodb-vs-neo4j/>

[16] Ajay Gonnelli, Physical Activity and Fitness in 21st Century Education. (2021 Fall)

https://nwcommons.nwciowa.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1356&context=education_masters

[17] Emily Pluhar,¹ Caitlin McCracken,² Kelsey L. Griffith,³ Melissa A. Christino,³ Dai Sugimoto,³ and William P. Meehan - Team Sport Athletes May Be Less Likely To Suffer Anxiety or Depression than Individual Sport Athletes (2019.08.01) -

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6683619/>

[18] Audrey Kemp, LA Reporter (2023. 06. 06). Nearly 90% of consumers no longer trust influencers - <https://www.thedrum.com/news/2023/06/06/nearly-90-consumers-no-longer-trust-influencers-new-study-finds>

Ábrajegyzék

1. ábra - Növekedés a letöltések száma alapján 2020 első és második negyedéve között [3].....	6
2. ábra- Hogyan lesz egy térképből gráf? [7].....	9
3. ábra - Irányított gráf [8]	10
4. ábra – Kitöltők nemeinek aránya	11
5. ábra – Kitöltők életkora	11
6. ábra – Kitöltők munkavégzésének fajtája	12
7. ábra - Sportol? Ha igen, egyedül vagy társaságban?.....	13
8. ábra – Hogyan motiválja magát a rendszeres testmozgásra?	13
9. ábra - Motiválta-e Önt valaki, például ismerős, barát vagy kolléga, hogy elkezdje a testmozgást? .	14
10. ábra - Ön motivált-e már másokat a testmozgásra?	14
11. ábra - Elfogad-e tanácsokat ezektől az influenzerektől?	15
12. ábra - Vásárolt-e már valamilyen táplálékkiegészítőt influenzerek ajánlása alapján?	15
13. ábra – Mi az Ön legnagyobb kihívása a rendszeres testmozgásban?	16
14. ábra – Mennyire fontos az Ön számára a külső motiváció, például jutalmak vagy elismerések?...	17
15. ábra - Ön hogyan motiválja magát a nehezebb időszakokban?.....	17
16. ábra – Cytoscape specifikációk.....	18
17. ábra – Az emberek nyilvános tulajdonságai.....	19
18. ábra – Paraméterek prioritása sportolás szempontjából	20
19. ábra - Fuzzy Logic a motiváció szempontjából definiálva	24
20. ábra - Fuzzy Logic tagsági függvényeinek meghatározása.....	25
21. ábra - A motiváció fő aspektusait tartalmazó listák, amelyek mindennek az alapjaként szolgálnak	26
22. ábra - Kapcsolatok a szimuláció futtatásának az elején	28
23. ábra - Kapcsolatok alakulása a szimuláció végéhez közeledve	29
24. ábra - Erdős-rényi és a Barabási-Albert modell összehasonlítása[21]	30
25. ábra - Kapcsolatok száma a szimuláció elején.....	32
26. ábra - Kapcsolatok alakulása a szimuláció végéhez közeledve	32
27. ábra - Gráfadatbázis kapcsolatok.....	35
28. ábra - NoSQL Benchmark [15].....	38
29. ábra - A két gráf adatbázis-kezelő rendszer összehasonlítása skálázhatóság és komplexitás szempontjából. [15]	39
30. ábra - AQL Lekérdezés példa: Baráti társaságok, átlag motiváció, három legkedveltebb sport	41
31. ábra - Baráti társaság ahol, minimum három ember rendelkezik magasabb motivációs szinttel, és minimum ketten ugyan azt a sportot végzik	42
1. táblázat- Első szimuláció futásának eredményei	29
2. táblázat - Második szimuláció futásának eredményei.....	33
3. táblázat - Profiles tábla	34
4. táblázat - Tábla a kapcsolatok tárolására	34
5. táblázat- Baráti társaság.....	42

Saját munka leírása

Mitró György Krisztián:

- Munka felosztása személyenként
- Vizualizációs keretrendszer bevezetése
- Erdős-Rényi modell leprogramozása
- Barabási-Albert modell leprogramozása
- Kérdőív összeállítása
- Kérdőív adatainak vizualizációba történő átvezetése
- Hozzájárulás a dolgozat megírásához
- Valószínűségi változók meghatározása
- Témakörben releváns tudományos cikkek felkutatása
- Ábrák készítése

Barta Bence:

- Kérdőív összeállítása
- Kitöltők gyűjtése a kérdőívhez
- Kérdőív kiértékelése
- Valószínűségi változók meghatározása
- Dolgozat struktúrájának megtervezése
- Dolgozat összeállítása
- Témakörben releváns tudományos cikkek felkutatása
- Ábrák tervezése
- Prezentáció elkészítése

Szepesi Imre:

- Kérdőív összeállítása
- Adatbázis megtervezése
- Vizualizációból való adatkinyerés adatbázisba
- Vizualizációs adatok beolvasása
- Hozzájárulás a dolgozat megírásához
- Témakörben releváns tudományos cikkek felkutatása

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani témavezetőnknek, **Dr. Adamkó Attila Tamásnak**, aki támogatott minket dolgozatunk elkészítésében.

Továbbá köszönettel tartozunk **Balogh János Dávid** PhD hallgatónak a támogatásáért.