

Kotlin Multiplatform AR/VR szimulátor a vizuális tünetek objektív, orvos-beteg kommunikációt segítő bemutatására

A Kotlin Multiplatform AR/VR Simulator for Objectively Communicating Visual Symptoms to Clinicians

SZIGETI Péter¹, BAKÓ László²

¹ Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Villamosmérnöki Tanszék
szigeti.peter@ms.sapientia.ro

² Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Villamosmérnöki Tanszék
lbako@ms.sapientia.ro

Abstract

Patients struggle to verbally describe visual symptoms such as visual snow, floaters, or afterimages, creating a communication gap in clinical settings. We present a Kotlin Multiplatform (KMP) application that uses augmented and virtual reality to let patients interactively recreate their visual experience as a calibrated, shareable simulation. The resulting visual output, rather than a verbal description, gives clinicians a concrete, reproducible reference for diagnosis and follow-up.

Keywords: Kotlin Multiplatform, AR/VR, Visual Snow Syndrome, eHealth, patient-clinician communication

Kivonat

A páciensek számára nehéz szóban pontosan leírni a vizuális tüneteiket (pl. vizuális hó, floaterek, utóképek), ami kommunikációs szakadékot okoz a klinikai gyakorlatban. A dolgozat egy Kotlin Multiplatform (KMP) alkalmazást mutat be, amely kiterjesztett és virtuális valóság segítségével teszi lehetővé, hogy a páciens interaktívan, kalibrált és megosztható szimulációként rekonstruálja saját vizuális élményét. A szóbeli leírás helyett kapott vizuális kimenet konkrét, reprodukálható viszonyítási alapot ad az orvos számára a diagnózishoz és az állapotkövetéshez.

Kulcsszavak: Kotlin Multiplatform, AR/VR, Vizuális Hó Szindróma, eHealth, orvos-beteg kommunikáció

1. BEVEZETÉS

A vizuális percepció zavarokban – így a Vizuális Hó Szindrómában (Visual Snow Syndrome – VSS), amely a lakosság mintegy 2,2%-át érinti [2], a migrén aurában [4] vagy az üvegtesti floaterek esetében – a diagnózis és az állapotkövetés egyik legnagyobb akadálya, hogy a páciens kizárólag szóban tudja leírni azt, amit lát. Az olyan leírások, mint „mintha hangolatlan tévét néznék” vagy „villódzó pontok úsznak a látóteremben”, az orvos számára nem adnak egzakt, reprodukálható referenciát, és két különböző páciens azonos szavakkal akár teljesen eltérő vizuális élményt is jelölhet [1].

Ennek a kommunikációs szakadéknak közvetlen klinikai következményei vannak: a differenciáldiagnózis lelassul, a konzultációs idő jelentős része a tünet szóbeli körülírására megy el, és a kezelés hatékonyságának longitudinális követése – „jobb vagy rosszabb most a hó, mint három hónapja?” – megbízhatatlan, szubjektív becslésre szorul.

Jelen munka egy Kotlin Multiplatform (KMP) technológiával fejlesztett alkalmazást mutat be, amely kiterjesztett valóság (AR) és virtuális valóság (VR) segítségével teszi lehetővé, hogy a páciens maga állítsa elő és kalibrálja saját tünetének digitális megjelenítését. Az eredmény nem egy szó, hanem egy konkrét, exportálható vizuális/paraméteres reprezentáció, amelyet az orvos ténylegesen megnézhet és összehasonlíthat. A dolgozat a 2. fejezetben az alkalmazás KMP-architektúráját, a 3. fejezetben az AR/VR alapú tünet-rekonstrukció módszertanát, a 4. fejezetben a klinikai kommunikációs hasznát, az 5. fejezetben pedig a korlátokat és a további munkát mutatja be.

2. A VISUAL SNOW SIMULATOR ALKALMAZÁS ÉS A KOTLIN MULTIPLATFORM ARCHITEKTÚRA

A bemutatott alkalmazás (Visual Snow Simulator) Kotlin Multiplatform (KMP) technológiával készült, ami azt jelenti, hogy a tünet-szimulációs motor, a kalibrációs logika és az exportformátum egyetlen közös Kotlin kódbázisban valósul meg, amelyet Android, iOS és VR (Meta Quest 3S) célplatformra egyaránt lefordítunk. A platformspecifikus felhasználói felület (Android: Jetpack Compose; iOS: SwiftUI, Kotlin/Native hídon keresztül) réteg elkülönül a megosztott szimulációs logikától.

2.1. A megosztott kód bázis klinikai jelentősége

A KMP-architektúra nem pusztán fejlesztői kényelem: klinikai szempontból azt garantálja, hogy a páciens ugyanazt a szimulációs motort és paraméterezést használja, függetlenül attól, hogy okostelefonon, tableten vagy VR-headseten kalibrálja a tünetét. Ha a rendereléshez és a paraméter-átalakításhoz platformonként külön implementáció készülne, a különböző eszközökön mért értékek nem lennének biztonságosan összehasonlíthatók – ez pontosan az a probléma, amit a rendszer a szóbeli leírásokkal szemben orvosolni kíván. Az egységes kód bázis mellett gyorsabb hibajavítást és egyenletes minőségű felhasználói élményt is biztosít mindhárom platformon.

A Visual Snow Simulator platformlefedettsége

1. táblázat

Platform	Felhasználói felület réteg	Jellemző használati helyzet
Android	Jetpack Compose	napi önellenőrzés, otthoni kalibráció
iOS	SwiftUI (Kotlin/Native híddal)	napi önellenőrzés, otthoni kalibráció
VR (Meta Quest 3S)	natív VR felület, OpenXR	kontrollált, klinikai/kutatási mérés

A megosztott szimulációs mag mindhárom sorban azonos, kizárólag a bemutatás rétege (felhasználói felület, bemeneti mód) tér el platformonként, ami biztosítja, hogy egy otthon, telefonon végzett kalibráció és egy klinikán, VR-eszközön megismételt mérés ugyanazt a paraméterezést eredményezze.

3. AR/VR ALAPÚ INTERAKTÍV TÜNET-REKONSTRUKCIÓ

A rendszer célja, hogy a páciens ne szavak, hanem egy interaktív, valós idejű vizuális eszköz segítségével kérdezze: „állítsd be, amíg pontosan ezt látod”. Ehhez két, egymást kiegészítő üzemmódot kínál.

3.1. Kiterjesztett valóság (AR) – rekonstrukció a valós környezetben

AR üzemmódban a páciens a saját telefonján, a valós látóterére vetített, paraméterezhető grafikai réteggel (pl. szemcseméret, sebesség, átlátszóság a „hó” tünetnél, vagy gyűrűk száma és mérete glare/halo esetén) állítja be a szintetikus zajt, amíg az meg nem egyezik a saját tapasztalatával. Mivel a réteg a valódi környezeti fényviszonyokra vetül, a beállítás a saját mindennapi élményéhez igazodik, nem egy elvont laboratóriumi ingerhez.

3.2. Virtuális valóság (VR) – kontrollált, megismételhető mérés

VR üzemmódban (Meta Quest 3S, OpenXR API) a mérés egy zárt, fotometriailag kalibrált környezetben történik, amely kiküszöböli a környezeti fény és zaj hatását. Ez a mód különösen alkalmas állapotkövetésre: mivel az ingerkörnyezet minden alkalommal azonos, a páciens korábbi és jelenlegi kalibrációja közvetlenül összehasonlítható, ami az AR módban a változó környezeti fény miatt nehezebben biztosítható. A valósághű, torzításmentes megjelenítés érdekében a rendszer 90 Hz feletti képfrissítést és 20 ezredmásodperc alatti mozgás-fotón (motion-to-photon) késleltetést céloz meg, mivel ennél nagyobb késleltetés a mozgásalapú tünetek (pl. utóképek, remegő látás) kalibrációját torzítaná.

3.3. Miért éppen ez a két üzemmód, és miért nem elég csak az egyik

Az AR és a VR üzemmód szándékosan egymást kiegészítő szerepet tölt be, nem helyettesítik egymást. Az AR mód alacsony belépési küszöbű (a páciens saját telefonján, otthon is elvégezheti), így alkalmas a napi önellenőrzésre és arra, hogy a beteg a mindennapi környezetében rögzítse a tünetét. A VR mód ezzel szemben magasabb eszköz igényű, cserébe a kontrollált fényviszonyok miatt megbízhatóbb, megismételhető mérést tesz

lehetővé – ez a mód inkább a rendelőben vagy kutatási környezetben végzett, hivatalos állapotfelmérésre alkalmas. A két mód együtt fedi le a „gyors, mindennapi önellenőrzés” és a „pontos, kontrollált klinikai mérés” igényét.

4. KLINIKAI ALKALMAZÁS: AZ ORVOS-BETEG KOMMUNIKÁCIÓ TÁMOGATÁSA

A kalibráció eredménye exportálható – képernyőfelvétel, állóképi pillanatkép, illetve a beállított paraméterek formájában –, és a beteg ezt akár a konzultáció előtt, otthon elvégezve elküldheti, akár a rendelőben, az orvos szeme láttára mutathatja be. Az orvos ezáltal ténylegesen látja azt, amit a beteg lát, ahelyett hogy egy szóbeli leírásból próbálná elképzelni. A 2. táblázat néhány jellemző tünet esetén szemlélteti a különbséget a hagyományos szóbeli leírás és a szimulátor-alapú objektív kimenet között.

Szóbeli tünetleírás és szimulátor-alapú objektív paraméterezés összehasonlítása

2. táblázat

Tünet	Tipikus szóbeli leírás	Szimulátor-alapú objektív kimenet
Vizuális statikus zaj	„mintha hangolatlan tévét néznék”	szemcseméret, sebesség, átlátszóság (0–1)
Utóképek/palinopszia	„minden mozgás után csík marad”	utóképréteg-szám, lecsengési sebesség
Fénykarikák/ glare	„gyűrűk vannak a lámpák körül éjszaka”	sugárszám, glare-méret, szín
Floaterok	„úszó pöttyök a látóteremben”	darabszám, méret, alak, mozgás jellege

Ez a fajta objektív, exportálható kimenet a rendszeres kontrollvizsgálatok során is hasznos: az orvos két különböző időpontban rögzített kalibrációt közvetlenül, oldalt egymás mellett hasonlíthat össze, ahelyett hogy a beteg emlékezetére és szóhasználatára kellene támaszkodnia annak eldöntéséhez, javult-e vagy romlott-e az állapot.

4.1. Használati forgatókönyv

Egy jellemző használati forgatókönyv a következő: a páciens az első szemészeti vagy neurológiai konzultáció előtt otthon, telefonján néhány perc alatt beállítja az AR-rétegen a saját tünetét, majd a kalibrált beállítást (képernyőfelvétel és paraméterfájl formájában) elmenti. A rendelőben az orvos ezt a felvételt megtekintve azonnal, szavak nélkül is pontos képet kap arról, milyen intenzitású és jellegű a tünet, és ez alapján célzottabb kérdéseket tehet fel. Egy későbbi kontrollvizsgálaton a páciens megismétli a kalibrációt, és a két felvétel egymás mellé helyezve objektíven mutatja meg a változást – akár javulásról, akár romlásról legyen szó –, ahelyett hogy csak a beteg szubjektív benyomására ("kicsit jobban vagyok") kellene hagyatkozni.

4.2. Nyílt exportformátum

A kalibráció során rögzített paraméterek exportja a nyílt, állapotfüggetlen openvisual.org kezdeményezés (Open Visual Symptom Standard, OVS) JSON-formátumát követi [3], ami a jövőben megkönnyítheti az adatok más kutatási vagy egészségügyi nyilvántartó rendszerekkel való összekapcsolását, anélkül hogy ez a jelen dolgozat tárgya lenne.

5. KORLÁTOK ÉS TOVÁBBI MUNKA

A megközelítésnek több korlátja van. Az AR/VR alapú önkalibráció maga is szubjektív döntésen nyugszik – a páciens dönti el, mikor „egyezik” a szintetikus inger a saját élményével –, ami tanulási hatást és megfigyelő-torzítást vihet a mérésbe; ennek mértékét teszt-reteszt vizsgálattal még nem mértük. A VR üzemmód emellett hardverfüggő: a célhardver (Meta Quest 3S) beszerzési költsége és viselési kényelmetlensége korlátozhatja az elterjedést, különösen idősebb vagy mozgásukban korlátozott páciensek körében. Végül a rendszer klinikai validálása – kontrollcsoportos összehasonlítás, teszt-reteszt megbízhatóság, orvosi elfogadottság felmérése – jelenleg tervezés alatt álló, még el nem végzett kutatási munka.

A tervezett további munka egyrészt a kalibrált paraméterek (pl. a vizuális zaj sebessége) és EEG-mérések közötti korreláció vizsgálatára irányul, másrészt egy kisebb, klinikai környezetben végzett pilot vizsgálatra, amely azt méri, mennyivel gyorsabb és pontosabb a diagnosztikai konzultáció, ha a páciens szóbeli leírás helyett a szimulátor kimenetét mutatja be.

Fontos megjegyezni, hogy a bemutatott rendszer nem helyettesíti, hanem kiegészíti a meglévő, kérdőív-alapú tünetbecslő skálákat: azok a tünet gyakoriságát és az életminőségre gyakorolt hatását mérik fel, míg a szimulátor kifejezetten a tünet vizuális megjelenését teszi megmutathatóvá. A két megközelítés együttes alkalmazása – szöveges kérdőív a kontextushoz, szimulátor a vizuális tartalomhoz – teljesebb klinikai képet adhat, mint bármelyik önmagában.

6.KÖVETKEZTETÉSEK

A dolgozat egy Kotlin Multiplatform technológiával fejlesztett, AR/VR alapú alkalmazást mutatott be, amelynek célja, hogy a vizuális tüneteket a páciens ne szavakkal, hanem egy általa kalibrált, exportálható, objektív vizuális reprezentációval mutassa be az orvosnak. A megosztott kódbasis biztosítja, hogy a kalibráció eszköztől függetlenül összehasonlítható maradjon, míg az AR és VR üzemmódok kiegészítik egymást a mindennapi és a kontrollált mérési helyzetekben. Az 1. táblázatban bemutatott összehasonlítás jól szemlélteti, hogy egy objektív, paraméteres kimenet mennyivel konkrétabb alapot ad a klinikai kommunikációhoz, mint a hagyományos szóbeli tünetleírás. A megközelítés klinikai validálása és az EEG-alapú korrelációs vizsgálat a további kutatás tárgya.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhelyi Karának a kutatási együttműködés biztosításáért. Köszönet illeti továbbá a The Visual Snow Initiative-t (VSI), amiért a Visual Snow Simulator alkalmazást bemutató cikket közzétette (visualsnowinitiative.org), valamint Dr. Michael DeStefano neuro-developmental optometristának a témával kapcsolatos szakmai támogatásáért.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Eren, O., et al. Visual Snow Syndrome: Contribution to the Understanding of Brain Connectivity. *Frontiers in Neurology*, 2020.
- [2] Kondziella, D., et al. Prevalence of visual snow syndrome in the UK. *European Journal of Neurology*, 2020.
- [3] openvisual.org – Open Visual Symptom Standard specifikáció. <https://openvisual.org> (Utolsó letöltés: 2026.09.17).
- [4] Schankin, C.J., et al. Persistent positive visual phenomenon in migraine. *Cephalalgia*, 2014.