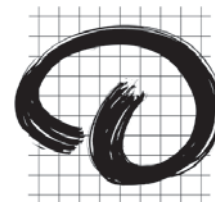


SZERZŐ: PAULIK KATALIN

Új lehetőségek kapujában

A Magyar Tudományos Akadémia Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetében (MTA KOKI) Rózsa Balázs agykutató a csoportjával arra keresi a választ, hogyan viszonyul az idegi tevékenység a szubjektív érzékeléshez. Olyan háromdimenziós lézermikroszkópiás berendezést fejlesztenek, amellyel részlegesen helyreállítható a vakok látása.



A vizuális érzékelés helyreállítása 3D EAO mikroszkóppal végzett mesterséges stimulációval, ezzel a témával nyert ERC Consolidator Grant pályázatot.

– Az ERC Grant egyike a legrangosabb tudományos pályázatoknak, nagy öröm és megtiszteltetés számomra, hogy egy ilyen komoly testület hitt a kutatásunkban, és elég különlegesnek találta ahhoz, hogy támogassa. Annál is inkább, mert az ERC Grantet consolidator kategóriában én kaptam egyedül Magyarországon. Büszke vagyok arra, hogy az unió által korábban kiemelt hét projektbe a mi kutatócsoportunk is bekerült. Az orvostudomány és a fizika területéről is a mi projektünket emelték ki. A bírálókat során kiemelték a pályázat igen nagy újdonságtartamát, a sikeres nemzetközi együttműködéseket, és a kiemelkedően magas nemzetközi szabadalmi számot.

A 2007-ben megalakult Európai Kutatási Tanács (ERC) kulcsfontosságú eleme Európa hosszú távú kutatási stratégiájának, mely magas színvonalú kutatásokat támogat. Az ERC által finanszírozott kutatók gyakran kapnak nemzetközi tudományos díjakat, és más elismeréseket úttörő munkájukért.

A tervük az, hogy egy virtuális valóságot vetítenek az agyba, és egy interfész segítségével adják vissza részlegesen a látás élményét. Van arról elképzelésük, mihez lesz hasonlítható ez a mesterséges érzékelés?

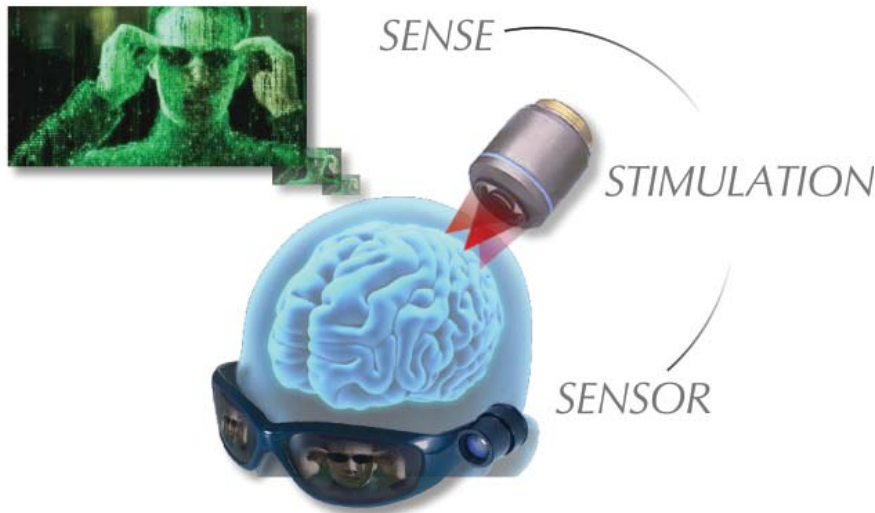
– A projekt májusban indul, és öt évig tart, melynek során megpróbáljuk másolni a természetet, de nem teljes mértékben, mivel a már most is működő agyi interfészeszközökből kiindulva, amelyekkel jelenleg már robotkarokat lehet vezérelni, azt gondoljuk, hogy nem kell tökéletesnek lennie az agyba visszavetített képnek, hiszen az agy is képes részben hozzáigazodni az eszközökhöz, megtanulni azt használni. Első lépésben idegsejti aktivitásmintázatokat mérünk, majd ezt kiértékelve megfelelő módon visszavetítjük a mintázatokat az agyba. A projekt jelentős részben tehát arról szól, hogyan is tudunk nagy mennyiségű adatot megfelelően visszajuttatni az agyba, amivel mesterséges látást lehet elérni az agy károsodása nélkül. Egereken teszteljük az új optikai módszert, és még nem tudjuk, hogy pontosan mit lát majd egy vak ember; valószínűleg homályos karakteres képeket, de az is lehet, hogy komplexebb látásélményt, például színeket, textúrákat is vissza tudunk juttatni.

A vakon születetteknek is lehet majd segíteni ezzel a módszerrel, vagy csak azoknak, akik később veszítették el a látásukat, és vannak emlékeik a valóságos világról?



A 3D EAO mikroszkóp

– Egy vakon született ember agya is tanul, így például ha mesterségesen generált aktivitásmintázatokat vetítünk a látókérgébe, amelyek az előtte levő tárgyak képét megfelelően kódolják, és ezzel párhuzamosan ezeket a tárgyakat egyben meg is tudja érinteni, ezzel mintegy feltérképezve az előtte levő teret, akkor a tapintási és mesterséges vizuális ingerek között hamar létrejöhet egy megfeleltetés, így elvileg lehetséges a tapintás segítségével a mesterséges látás megtanulása.



Virtuális valóságot vetítenek az agyba, ez adja vissza részlegesen a látás élményét

Milyen fejlesztések, kutatási eredmények alapozták meg a jelenlegi projektet?

– A mi kutatócsoportunk volt az első a világon, amelyik felfedezte, hogy az agy nem véletlenszerűen huzalozott, hanem a szinkron tüzelő sejtcsoportok egy adott nyúlványra konvergálnak, és az egyszerre működő sejtcsoportok ezáltal szinkron aktivitást képesek kiváltani az idegsejtek nyúlványaiban, úgynevezett „hot spotokat”, azaz forró aktivációs zónákat hoznak létre, amelyek tekinthetők a memória és gondolkodás egy alapegységének. A másik nagy felfedezésünk az volt, hogy a legkisebb elemi rezgő egység, amely agyhullámot képes generálni, az idegsejt nyúlványának egy kicsi szakasza. 2002-ben a világon elsőként megalkottunk egy olyan háromdimenziós mikroszkópot, amellyel élő állatok agyi aktivitását tudjuk mérni, és a mai napig az általunk fejlesztett mikroszkóppal lehet a leggyorsabb és a legpontosabb méréseket elvégezni. 2012-ben nagy áttörést értünk el, amikor bebizonyítottuk, hogy ez a technika használható *in vivo*, azaz élő szervezet vizsgálatára is. Újdonságnak számított az is, hogy nemcsak egy-egy sejtet, hanem idegrendszeri hálózatokat is képesek vagyunk vizsgálni.

A jelenlegi projektben az a célunk, hogy a kísérleti egereket megtanítsuk egy általunk vetített virtuális valóságban mozogni, tájékozódni. Az egér azért fut a virtuális labirintusban, hogy jutalmat kapjon, ami lehet egy csepp víz vagy szójaszószoldat, de ahhoz, hogy ezt megkapja, el kell érnie különböző célpontokat, közben mérjük az agyi aktivitását. Onnan tudjuk, hogy az állat lát, hogy párhuzamosan mérjük a helyzetét

is, és összehozzuk a tüzelési mintázatokat a mozgással. A második lépésben megfordítjuk a folyamatot, mérjük a térbeli pozíciót, tudjuk, hogy mit lát az állat, hiszen mi vetítjük a labirintus képeit, majd újfajta 3D-s fotostimulációs technikáinkkal visszavetítjük az agyába a mesterségesen generált mintázatokat. Matematikai módszerekkel már megfejtettük, hogyan kellene az agyának működnie egy adott látványra, azaz a látott kép egy elemi részére, és ezt az aktivitásmintázatot vetítjük vissza, majd elkezdjük fokozatosan csökkenteni a fényerőt, a végén teljes sötétségben kell futnia az állatnak, ha ekkor is képes a labirintusban tájékozódni, az azt jelenti, hogy működik a mesterséges látás.

Mi az, amit elvárnak ezektől a teszteltől?

– Kezdetben egyszerűen azt, hogy az állat megálljon bizonyos pozícióknál, mert mesterséges látásával felismeri az adott helyet. Ezeknek a kísérleteknek egy része már elkezdődött. Az állat folyamatosan mozgó agyának aktivitását úgynevezett satírozásos szkenneléssel mérjük, azaz térben gyorsan csúsztatjuk a pontokat. A térbeli satíro-

zásnak pedig az az értelme, hogy az agyi aktivitás térbeli információját végül síkba tudjuk konvertálni. Vagyis ahhoz, hogy mérni tudjuk, végül síkba vetítjük az agyi aktivitást. Ez lehetővé teszi a mozgási műtermékek gyors eltávolítását. Ez egy olyan része a projektnek, ami már működik, képesek vagyunk mozgó állatnak az agyából bonyolult kódolásokat mérni. Ami pedig a projektnek az agyba történő visszavetítéses részét illeti, kifejlesztettünk egy új optikai technikát, amely gyorsabban, jobb felbontással és nagyságrendekkel nagyobb térfogatban képes a fotostimulációra. Most teszteljük ezt a korszakalkotó technológiát, amellyel lehetővé válik, hogy az agyba visszavetítsünk hatalmas mennyiségű információt, képeket, akár egy videofilm felbontásával.

Mennyire fog hasonlítani ez a természetesen látáshoz?

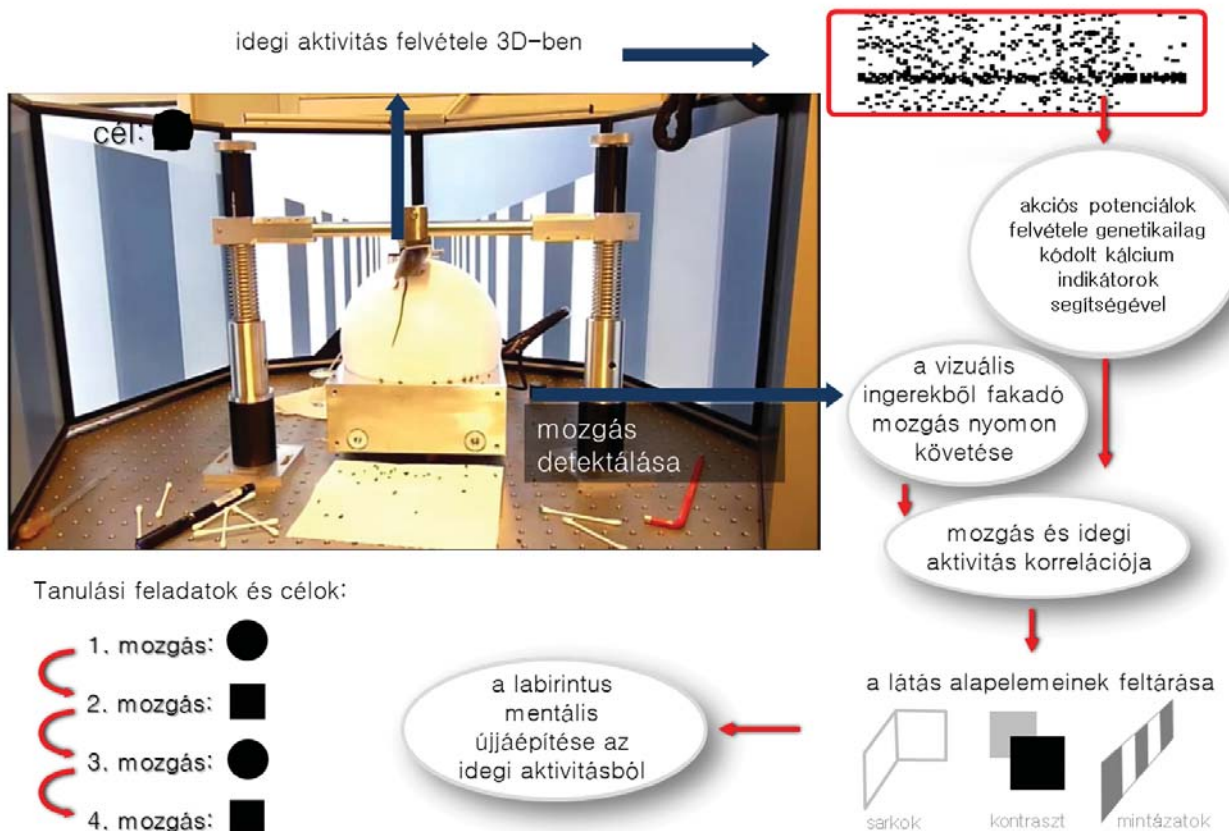
– Nem tudjuk még. Jelenleg az új háromdimenziós lézermikroszkópiás berendezés fejlesztésén dolgozunk, előbb ez legyen meg, bár ezzel párhuzamosan már elkezdődtek az állatkísérletek. Öt év múlva, ha a módszer már a kezünkben lesz, lehet gondolkodni a következő lépéseken.

A sikereinket komoly csapatmunkával érjük el. A **Freund Tamás** és **Oberfrank Ferenc** által vezetett MTA KOKI adja a fejlesztésekhez a kutatási alapot és az optimális háttérrel. **Katona Gergely** a projekthez szükséges szoftveres és elektronikai fejlesztéseken dolgozik a Pázmány Péter Katolikus Egyetemen, a Nemzeti Agykutatási Program támogatásával létrejött kutatócsoportjával, **Ágas Attilával**, **Csikor Ferenc**cel és **Ócsai Katalinnal** közösen. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen **Maák Pál** és **Veress Máté** vezetésével dolgozzuk ki az optikai rendszert. **Krúdy Ádám**, **Mikó József** és **Farkas Zoltán** irányítják a gépészeti tervezést, az elektronikai fejlesztések főleg **Orosz Tibor** és **Vági András** vezetésével

Az új optikai módszert most még egereken tesztelik



Populációs aktivitás mérése a látókéregben



A képen látható kísérleti elrendezésben az egér egymás után különböző célalakzatokat keres egy monitoron elé vetített labirintusban. A kutatók mérik az egér mozgását, és ennek megfelelően módosítják az elé vetített virtuális teret. Eközben a sejtekbe genetikai módosítással bevitt fehérjék („genetikailag kódolt kalciumindikátorok”) segítségével mérik az agysejtek aktivitását (az akciós potenciálok). Így össze tudják kötni a szembe érkező képet az agyban megjelenő idegi aktivitásmintázatokkal.

folyznak, emellett a Femtonics Kft. számos további alkalmazottja is segíti a munkát a kutatás sikere érdekében. A projektben megfogalmazott biológiai kísérleteket elsősorban **Szalay Gergely, Judák Linda, Chiovini Balázs, Tompa Tamás** és **Szadai Zoltán** végzik majd.

Fontos kiemelni, hogy **Roska Botond** professzor, Európa egyik legnevesebb látáskutatója a kezdetektől ismeri a projektet, bázeli laboratóriumából várjuk azokat az újfajta genetikai sejtjelölési technikákat, amelyek segítségével vissza tudjuk majd vetíteni az idegsejti aktivitásmintázatot a látókéregbe. Botond laboratóriumából **Hillier Dániel** segít az új *in vivo* mérések kidolgozásában.

Végül fontosnak tartom megemlíteni, hogy van egy másik folyamatban lévő projektünk, amelyet be kellene fejeznünk. Egy olyan új innovációs központot szeretnénk létrehozni, ahol az orvosi tudományokhoz csatlakozó fejlesztések folynának, mert

ilyen még nincs Magyarországon, pedig nagy szükség lenne rá. Eredetileg **Roska Tamás** professzor álma volt egy alapkuta-

Az MTA KOKI biztosítja a kutatási alapot és az optimális háttérrel



tási központ és mellette egy innovációs park létrehozása, amelyek össze lennének kötve egymással. Ehhez keresünk befektetőket és együttműködő partnereket. Az alapkutató központ már épül, a mellette felépülő új innovációs központba várunk prosperáló high-tech cégeket. A magas szintű oktatás rengeteg diákot, köztük sok külföldit vonz az orvosi egyetemre, illetve az MTA KOKI-ba, de hiányzik a közelből az a fejlesztőközpont, ahol az egyetemi és akadémiai eredményeket megvalósíthatnánk, e nélkül pedig sokszor továbbra is külföldre viszik a hasznosítást. Az, hogy az új intézetben minden egy helyre kerülne, olyan előnyökkel is járna, hogy nem kell mindenkinek a fejlesztés és termékesítés útját végigjárnia az elejétől, hanem a kutatók és cégek egymás közötti kommunikációjának köszönhetően, és a központban megtalálható szabadalmi jogász, exporttanácsadó, valamint további innovációs szakember segítségével megsokszorozható lenne a híres magyar kreatív gondolkodás. ●