

Számítástechnikai Koordinációs Intézet,
Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet

Osztályba sorolás gyakorisági mátrixok segítségével

Vöröss Mária, Végső László, Sarkadi Ádám, Nagypál Tibor

Az EEG jelek számítógépes feldolgozásánál az egyik legelterjedtebb módszer a görbék frekvencia jellemzőinek vizsgálata korreláció analízissel, vagy közvetlenül az EEG görbék alapján. Bizonyos esetekben ez már elégséges ahhoz, hogy bizonyos állapotokban felvett EEG görbéket elkülönítsünk egymástól. Egy elterjedt alkalmazási területe ennek a módszernek a különböző alvásvizsgálatok. Mind hazai, mind külföldi szerzők munkája alapján úgy tűnik, hogy a frekvenciák osztályozásán alapuló módszerek eredményesen használhatók ezen a területen. Az agyi elektromos tevékenység vizsgálatának egy másik szintén elterjedt módszere az átlagolt kiváltott potenciálok számítógépes vizsgálata. Az átlagolt kiváltott potenciálok kiértékelésénél a jelalak vizsgálata a legelterjedtebb, bár történtek próbálkozások itt is a frekvencia analízisre. Anélkül, hogy a többi módszereket is vizsgálnánk, általánosan megállapíthatjuk, hogy az alkalmazott módszerek többnyire azt célozzák, hogy valamilyen módon osztályokba sorolják az elektromos jeleket, bár ez a cél nem jelentkezik mindig explicit módon. Ez világosabb megfogalmazásban azt jelenti, hogy a közvetlenül kutatási célokra kifejlesztett algoritmusok is, az osztályba soro-

lási módszerek alkalmazásán keresztül, hozzájárulnak a számítógépes EEG diagnosztika kidolgozásához. Az EEG diagnosztika számítógépes támogatásánál elsődleges feladatként adódik a görbék osztályba sorolása.

A továbbiakban olyan módszert fogunk ismertetni, amely EEG görbék osztályba sorolására alkalmas. A kísérletek során hét macska feltételes reflexét vizsgáltuk az Országos Idegsebészeti Tudományos Intézetben. Öt elvezetésben regisztráltuk papírra és magnószalagra a kísérletek során az EEG-t. Az alkalmazott öt elvezetés a következő volt.

AU _I	primér hallókéreg,
GM	corpus geniculatum mediale,
Pu	Putamen,
AMSA	Antero-medial-suprasilvian-area,
GP	Globus pallidus.

A táplálkozási feltételes reflexek kialakítása során öt féle hangingert alkalmaztunk:

1. pozitív: adott frekvenciájú hang $2 \frac{1}{s}$ -os ritmusban; a 10. másodpercben kapta a megerősítést.
2. távoli negatív: az 1. típustól különböző frekvenciájú hang $6 \frac{1}{s}$ -os ritmusban, megerősítés nélkül.
3. közeli negatív: 2-vel megegyező frekvenciájú hang $2 \frac{1}{s}$ -os ritmusban, megerősítés nélkül.
4. tónus: folyamatos hang, megerősítés a 10. másodpercben
5. feltételes gátlás: az 1. és 4. pozitív ingerek egyidejű alkalmazása.

A mintavételezés a kiváltó ingerhez rögzített adatablak segítségével történt. Az adatablakon belül 80 ms mintavételezéssel állítottuk elő az állításunk szerint független mintát. Ilyen módon minden EEG görbe 40 szakaszban lett kilyukasztva. A 40 szakasz mindegyikére 6 mintavételezés esett, tehát az egy társításhoz tartozó teljes EEG 240 mintavételezett pontból állt. Figyelembevéve az EEG görbék frekvencia komponenseit, ez a digitalizálási módszer eleve kizárja a frekvencia vizsgálatot. Ezzel szemben a ritka mintavételezés lehetővé teszi, hogy viszonylag nagyszámu görbesorozat kiértékeléséhez viszonylag kevés adatot kelljen a számítógépen kezelni. A módszer kidolgozásánál az volt a szempont, hogy csupán az amplitudók vizsgálatával osztályozzuk a görbéket. Mivel a már említett 40 db 6-os mintavételezési csoport biológiailag jól elkülöníthető időtartamokat fog át, ezeket a hatos csoportokat a kiértékelés során végig önállóan kezeltük.

Először mind a hét macskánál egységesen 25 osztályt állapítottunk meg a 25 féle társítás és struktura kombinációinak megfelelően. Célunk az volt, hogy sorba véve az EEG görbéket, a 25 osztály valamelyikébe soroljuk őket.

Az osztályba sorolást a hatos csoportok legjellemzőbb amplitudó eloszlása alapján végeztük. Az amplitudó eloszlást empirikusan határoztuk meg, a következő módon.

A hatos csoportokban szereplő hat amplitudót sorba rendeztük nagyság szerint és minden hatos csoportnak megfeleltettünk egy 6 számjegyű kombinációt, amely az első hat természetes szám valamelyik permutációja. A leképzést legegyszerűbb egy konkrét példán szemléltetni:

pl. a 253614 permutáció azt jelenti, hogy az illető hatos csoportban legnagyobb amplitudóval szerepelt a második minta, aztán rendre következett az ötödik, harmadik, hatodik, első és végül a negyedik.

Ezt minden hatos csoportra elvégezve, egy EEG felvételhez 40 db permutációt rendeltünk. Ezután minden társítás-struktúra osztálynak egy gyakorisági mátrixot feleltettünk meg, amelynek elemei az illető osztályban előforduló permutációk gyakoriságát tartalmazzák a következő módon.

Jelentse $a_{i,k}^{l,m,n}$ az l-ik osztály, n-ik EEG görbéjéhez tartozó m-ik permutációjának k-ik elemét, ahol

$$k = 1, \dots, 6; m = 1, \dots, 40; l = 1, \dots, s \text{ és } n = 1, \dots, r$$

/s jelenti az osztályok számát és r jelenti az egy osztályban mért EEG görbék számát/.

Továbbá képezzük a

$$w_{i,k}^{l,m,n} = \begin{cases} 1 & \text{ha } i = a_{i,k}^{l,m,n} \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

mátrixot. A l-ik osztály gyakorisági mátrixát a következő egyenlőség definiálja.

$$V_{i,k}^l = \frac{1}{40 \cdot r} \sum_{n=1}^r \sum_{m=1}^{40} w_{i,k}^{l,m,n}$$

A gyakorisági mátrixokat képeztük minden osztályra macskánként és az összes macskára együtt is. Ezután megpróbáltuk az egyes EEG görbéket osztályba sorolni a mátrixok se-

gitségével. Amely mátrix a legnagyobb valószínűségi értéket adta, abba az osztályba tartozónak tekintettük az illető EEG görbét. A valószínűségi érték megállapítása úgy történik, hogy ismét képezzük az EEG mintavételezett értékekből a 40 db permutációt. Annak a valószínűsége, hogy a b_k^m permutáció elemek előfordulnak az l-ik osztály EEG görbéjében:

$$P^l = \sum_{m=1}^{40} \prod_{k=1}^6 V_{l,k}^m, k$$

Az EEG görbét abba az osztályba tartozónak tekintjük, amelyre P^l maximális.

Az első próbálkozás során a véletlen találatarány háromszorosát kaptuk az 1. sz. macskánál, 2-szeresét a 2. macskánál és 3-szorosát a 3. macskánál. A többi macskára nincs eredményünk ebből a kiértékelésből. Itt a véletlen találatarányon az $1/s$ hányadost értettük, ahol s az összes osztály száma.

A továbbiakban 3 lépésben változtatva a mátrixok előállítását, lényeges javulást tudtunk elérni a találatarányokban:

1. A 25 osztályt 6 és 15 közé csökkentettük le.

1. macska	12 osztály
2. macska	15 "
3. macska	6 "
7. macska	9 "

A csökkentést oly módon végeztük, hogy egyrészt minden macskánál elhagytuk a 4 és 5 típusú társítást és az egyes macskáknál a kevés esetben előforduló strukturákat. Vagyis elhagytuk azokat az osztályokat, amelyeknél a mátrix a képzés során kevés számú EEG görbét tartalmazott.

2. A másik módszer, amivel a találatarányon javítottunk, az volt, hogy a mátrixok képzésénél elhagytuk azokat a mérési sorozatokat, amelynek regisztrálásánál maga a macska is hibásan ismerte fel az inger jellegét. Erre a magatartásából következtethettünk, amely kódolt formában minden lyukasztott EEG görbéhez mint azonosító tartozott. A vizsgálat során kiderült, hogy a hét macska közül három lényegében nem tanulta meg a hangingerek jelentését. Ezt a három macskát kihagytuk a további kiértékelésből.

3. Végül változott a macskák viselkedésének stabilitása a különböző kísérleti napokon. Ezt a stabilitást részben a permutációk alapján, részben a magatartás kódok alapján határoztuk meg. Ezekután ugyancsak kihagytuk a gyakorisági mátrix képzésénél minden macska olyan kísérleti napján mért EEG görbéket, amikor a stabilitás nem volt megfelelő.

A különböző módosított mátrixokkal végzett kiértékelésnél az egyes macskáknál a találatarány változása különböző mértékű volt. A macskák EEG görbéinek osztályba sorolhatósága szoros kapcsolatot mutat a kísérletek folyamán tanusított magatartásukkal. A kísérletek során a legkevesebbet tévesztett az 1-es macska. A kiértékelésnél is az 1-es macska EEG görbéi érték el a legmagasabb találatarányt. Az alábbi táblázaton bemutatjuk az egyes macskákhoz tartozó találatarányokat:

1. macska	52 %
2. "	16,4 %
3. "	41,4 %
4. "	28,1 %

Figyelembevéve azt, hogy egy bonyolult táplálkozási reflex

különböző osztályaira végeztük az osztályba sorolást, a kapott találatarányok mindenképpen arra utalnak, hogy a gyakorisági mátrixok alkalmasak az osztályba sorolás elvégzésére. Különösen jó az eredmény az 1. macskánál, ahol a véletlen találatarány hétszeresét értük el.

Ha a macskáknál osztályonként nézzük a találatarányokat, több szembeötlő dolgot tapasztalhattunk:

1. Valamennyi macskára jellemző, hogy általában rosszabb találati arányt érnek el az olyan osztályokra, amely pozitív ingertipusra vonatkozik. Ennek a valószínű oka az, hogy a latencia idők szórása igen nagy. Erősen befolyásolja az állat viselkedését a 10-ik másodpercben érkező megerősítés.
2. A 2. macskánál azokban az esetekben, amikor a mátrixok rossz osztályba sorolják az EEG görbét, a legtöbb esetben olyan osztályba sorolják, amely távoli negatív ingertipusra vonatkozik. Mivel ennél a macskánál viszonylag ritkán mértük a távoli negatív ingert, ezeknek az osztályoknak a mátrixai kevés mérésre támaszkodnak és ezért gyengébb a statisztikájuk. Kihagyva a kiértékelésnél ezeket az osztályokat, valószínűleg jobb találatarányokat kaphatunk.
3. A 7. macskánál a tévesztések az 1,3 osztály /pozitív inger - Putamen/ felé irányulnak. Ennek az osztálynak a kihagyása ismét javíthatja a találatarányokat.

A továbbiakban a módszert két irányban kell továbbfejleszteni. Egyrészt a találatarányok javítása, másrészt az egy osztályhoz tartozó EEG görbék időbeni jellemzőinek megállapítása felé.