

ON-LINE ALVÁSOSZTÁLYOZÓ ALGORITMUS PATKÁNYOK ALVÁS-ÉBRENLÉTI AKTIVITÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSÉRE

Rubicsek György

Szegedi Orvostudományi Egyetem Élettani Intézet

Minden alváskutatással foglalkozó laboratóriumban alapvető fontosságú a vizsgált kísérleti alany alvásmintáinak megbízható meghatározása. Ehhez szükséges az agy elektromos jeleinek, továbbá a motoros aktivitásnak folyamatos követése, sok esetben a szem mozgásainak, az EOG-nek figyelembe vétele. Ezt hagyományos módon EEG papíron szokták regisztrálni, majd a felvételek vizuális elemzése útján sorolják valamely alvásállapotba, általában 10-60 mp-es szakaszonként. A sokszor több napos folyamatos regisztrálás papírigénye rendkívül nagy, és az azt követő alvásosztályozás rutinszerű elvégzése is meglehetősen nagy terheket ró a kutatómunkára. Mivel Intézetünkben évek óta folyik alváskutatás, így ez a probléma élesen érint bennünket.

Néhány külföldi alváslaboratóriumban már megvalósították az alvásminták automatikus osztályozását. Ezt a példát követve, és a külföldi tapasztalatokat is figyelembe véve kíséreltünk meg kidolgozni egy on-line alvásosztályozó rendszert, patkányok alvás-ébrenléti aktivitásának elkülönítésére. Az on-line osztályozást R-10-es számítógépen szimuláltuk.

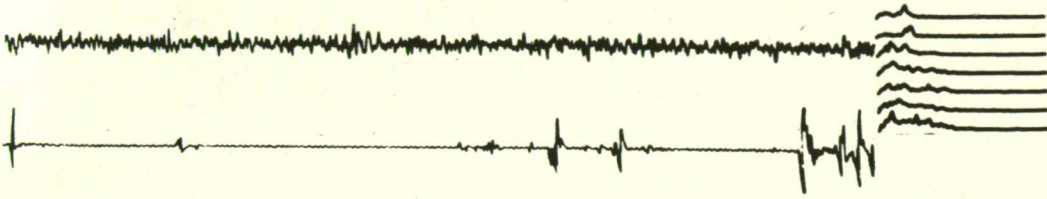
Az alvásállapotokat három osztályba soroltuk. Ébrenlét /W/, lassuhullámu alvás /SWS/ és paradox alvás /PS/ /1. ábra/. Az ébrenlétet viszonylag alacsony amplitudó, 10 cps körüli frekvencia és magas motoros aktivitás jellemzi. Lassuhullámu alvásban az EEG amplitudó lényegesen megnő, a frekvencia átlagos értéke 3-5 cps és nincs motoros aktivitás, míg paradox alvásban az EEG-re az ébrenlétihez hasonló nagyságú amplitudó, igen szabályos 6-8 cps közötti frekvencia és a motoros aktivitás hiánya a jellemző. A különböző alvásállapotokban az EEG frekvenciajellemzőit jól tanulmányozhatjuk az ábra jobb szélén látható frekvenciaspektrumokon. A fent említett EEG jellemzők főként a hosszanti elvezetésekben figyelhetők meg, különös tekintettel a paradox alvásban jelentkező szabályos EEG tevékenységre, melyet teta aktivitásnak nevezünk a továbbiakban. Ezen jellemzőkből három lényeges elemet emelünk ki, amelyek alapján el tudjuk különíteni egymástól a különböző alvásállapotokat. Ezek a jellemzők: az EEG amplitudó, a motoros aktivitás, valamint a teta aktivitás. Finomabb osztályozás esetén az EEG frekvenciaértékét is figyelembe vesszük, azonban esetünkben erre nincs szükség.

Az átlagos amplitudó és frekvencia értékének meghatározásához a Hjorth által bevezetett paraméterek aktivitás és mobilitás értékeit vesszük figyelembe [1]:

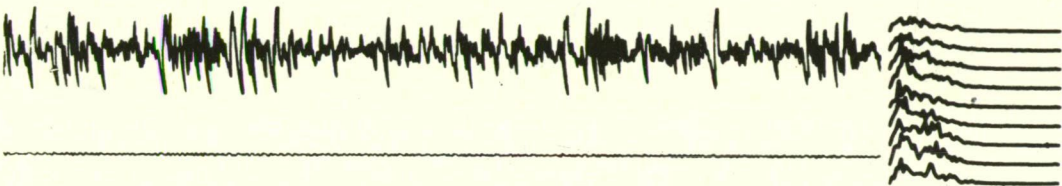
$$A = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T}^T f^2(x) ds, \quad M = \left( \frac{1}{A} \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T}^T [f'(x)]^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}$$

Ezek megbízható számításához szükség van az EEG alapvonalingadozásainak kiküszöbölésére. Ezt egy egyszerű egyparaméteres lineáris szűrő segítségével biztosítjuk:

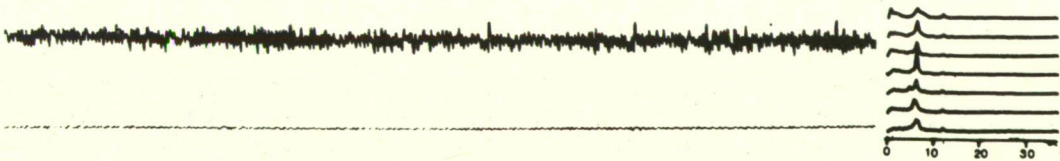
# W



# SWS



# PS

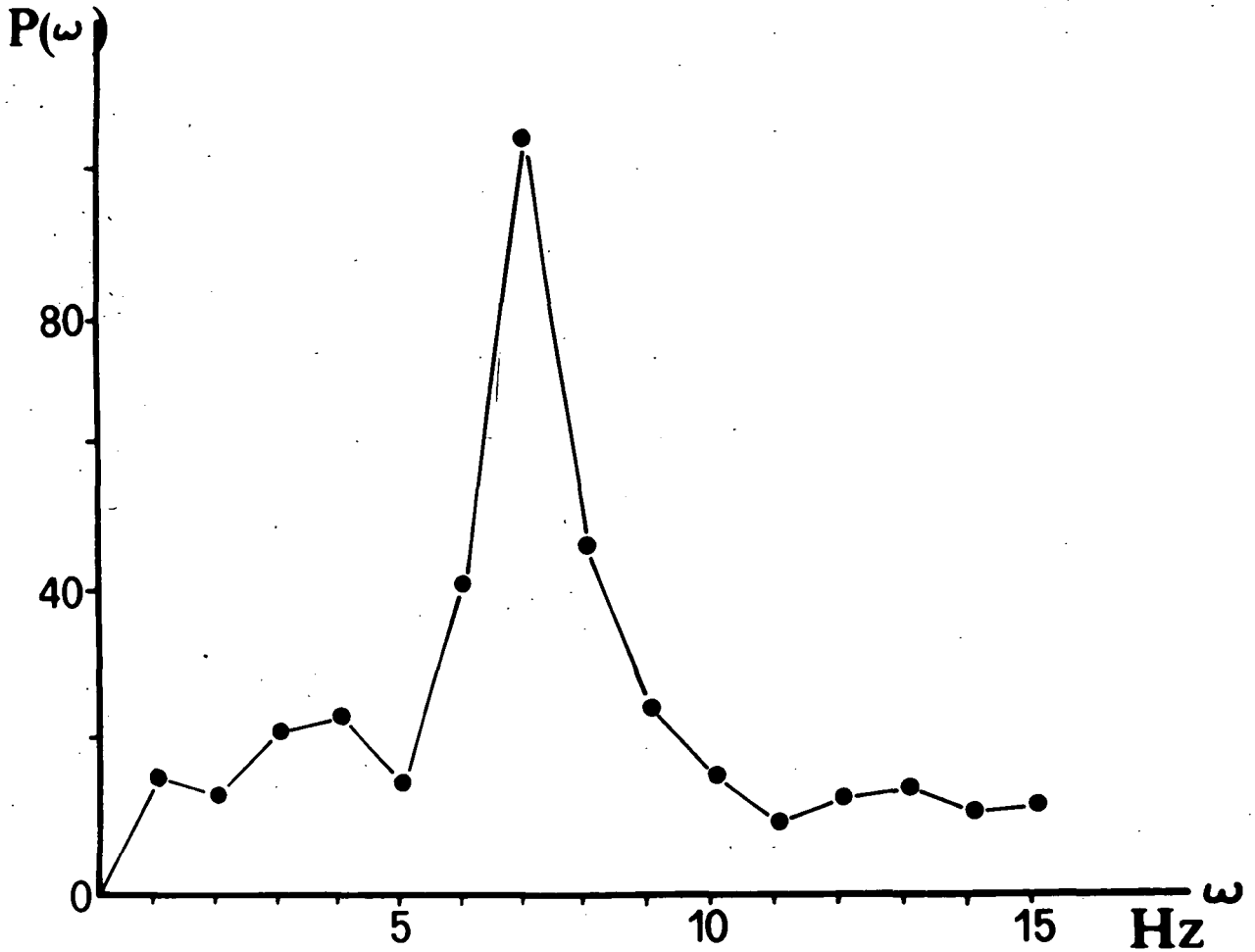


1. ábra

$$B_n = [(n-1) \cdot B_{n-1} + X_n] / n$$

ahol  $B_n$  az n. nullapont,  $X_n$  az n. mintapont.

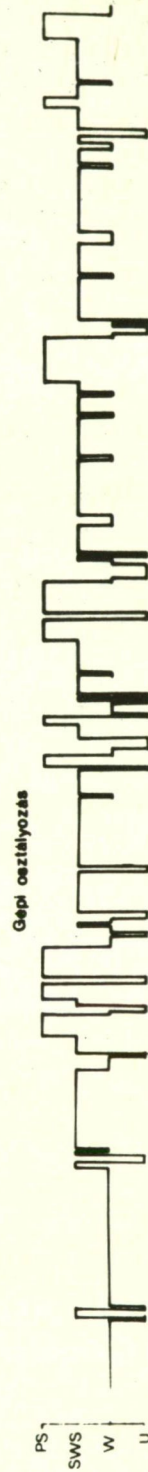
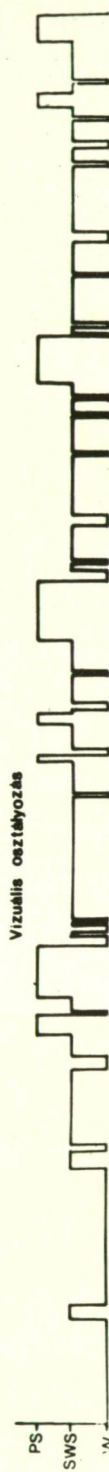
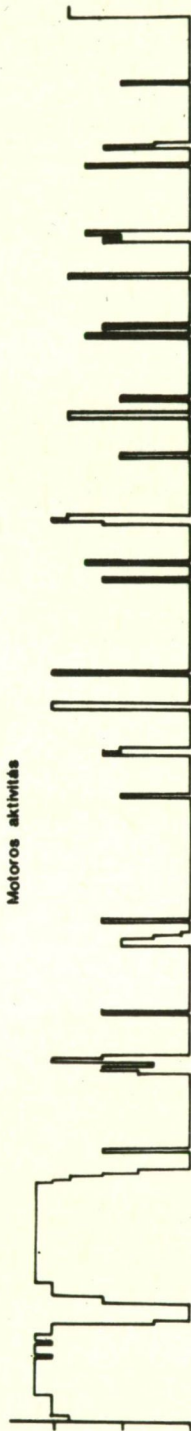
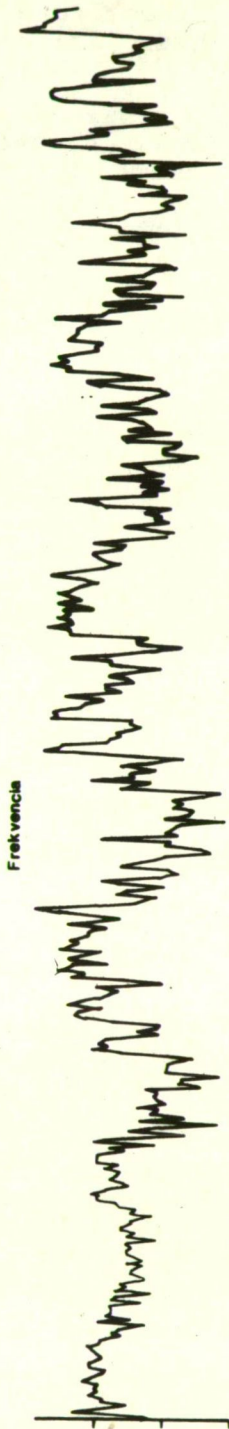
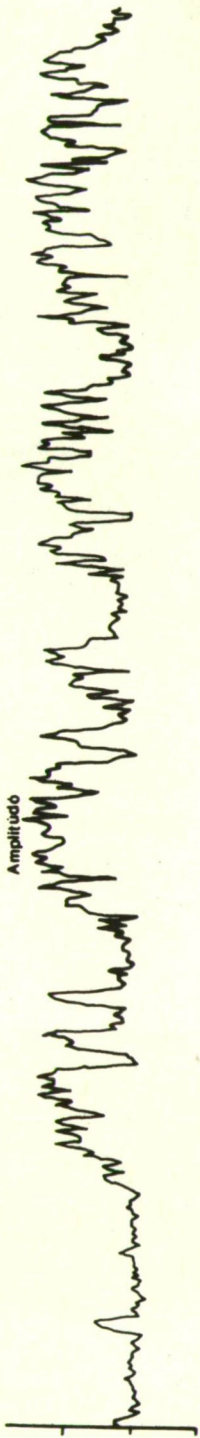
A teta aktivitás kimutatására egy speciális módszert alkalmaztunk. Kiszámítottuk a jel Walsh spektrumának [2] teta frekvenciához tartozó relatív értékeit és ezek alapján határoztuk meg a teta aktivitás szintjét. Az így definiált teta indikálást, függvénygenerátorral a rendszerbe vezetett 1 és 15 cps közötti szinuszokkal teszteltük /2. ábra/. Mint az ábrán látható, a maximális értéket a 7 cps-nek



2. ábra

definiált teta frekvenciánál éri el, de a 6 és 8 cps-hez tartozó értékek is igen magasak. A továbbiakban csupán a három paraméterhez tartozó döntési szinteket kell meghatározni az osztályozás elvégzéséhez. Ez esetünkben tanítással történik. Az előzetesen vizuálisan osztályozott alvásmintákban meghatározzuk a különböző alvásállapotok esetén a vizsgált paraméterek gyakoriságának eloszlását, majd ezekből egy előre megadott döntési biztonság /általában 90 %, de paraméterenként változik/ figyelembevételével meghatározzuk a döntési szinteket. Valódi on-line osztályozás esetén a döntési szintek beállítása egy kiinduló értéknek interaktív módon történő korrelációjával fog történni.

A döntési szintek meghatározása után az osztályozást a következőképpen végezzük /3. ábra/. Ha a motoros aktivitás meghaladja a kritikus szintet, akkor ébrenlétbe soroljuk az állapotot, ha ez nem teljesül, megvizsgáljuk az EEG amplitudót és az amplitudó magas szintje esetén lassuhullámu alvásba döntünk. Ha az amplitudó és a motoros aktivitás a döntési szint alatt van, akkor kiszámítjuk a teta aktivitást. Ennek magas szintje esetén történik a vizsgált szakasz paradox alvásba való sorolása. A kimaradó szakaszokat definiálatlannak nevezzük és egy ne-



3. ábra

gyedik osztályba soroljuk, melyet az ábrán U-val jelöltünk. A definiálatlan állapotok egy program segítségével alváskörnyezetüknek megfelelően kerülnek az osztályozás végén a három alvásállapot valamelyikébe.

A fenti osztályozás a vizuális osztályozással 90 % fölötti egyezést mutat úgy, hogy a téves osztályzatok főként az osztályozó személy által is kritikusnak ítélt szakaszokon fordulnak elő. Figyelembe véve, hogy a szubjektív tévedésekből eredő hibák szintje is körülbelül ugyanekkora, a gépi osztályozás fenti módszere elfogadható és alkalmas mikroprocesszoros kiépítésre.

Az eljárás gyorsasága az R-10-es számítógép sebességét figyelembe véve 10 patkány szimultán osztályozását tenné lehetővé.

#### Irodalomjegyzék

- [1] B. Hjorth, EEG analysis based on time domain properties. Electroenceph. and clin. Neurophysiol. 29: 306-310, 1970.
- [2] K.G. Beauchamp, Walsh functions and their applications. Academic Press 1975 /London, New York, San Francisco/
- [3] H.U. Neuhas and A.A. Borbely, Sleep telemetry in the rat. II. Automatic identification and recording of vigilance states. Electroenceph. clin. Neurophysiol. 44: 115-119, 1978