

OTKI Neuropsychiatriai Tanszék
SOTE Számítástechnikai Csoport

Az alvásfolyamat dinamikájának vizsgálata osztályozó
algoritmusokkal

Pál Iván, Bak Judit, Halász Péter, Kundra Olga, Rajna
Péter, Simon Gábor, Vargha Márton

Az alvás folyamatát az alvás és ébresztőrendszert összefogó egységes modellben képzeljük el. Az alvásnak e modellben való vizsgálatához szükségünk van olyan paraméterekre, amelyek követik az alvásfolyamat dinamikáját, azaz e folyamat ciklicitását és az estétől reggelig tartó változásokat is.

Tavalyi előadásunkban [1] beszámoltunk arról, hogy egy VO EEG elvezetés szélessávu analízátum-integrátumából a Rechtschaffen-Kales hypnogram előállítható a "nearest neighbour" algoritmus segítségével, tehát az analízátum-integrátum az alvásfázisok szétválasztásához szükséges információt tartalmazza. Jelen munkánkban azt vizsgáljuk, hogy különböznek-e egymástól a hypnogram azonos szintjén elhelyezkedő, de az alvásfolyamat szempontjából különböző, azaz a ciklusok leszálló /mélyülő/ és felszálló szárán lévő kettes fázisok.

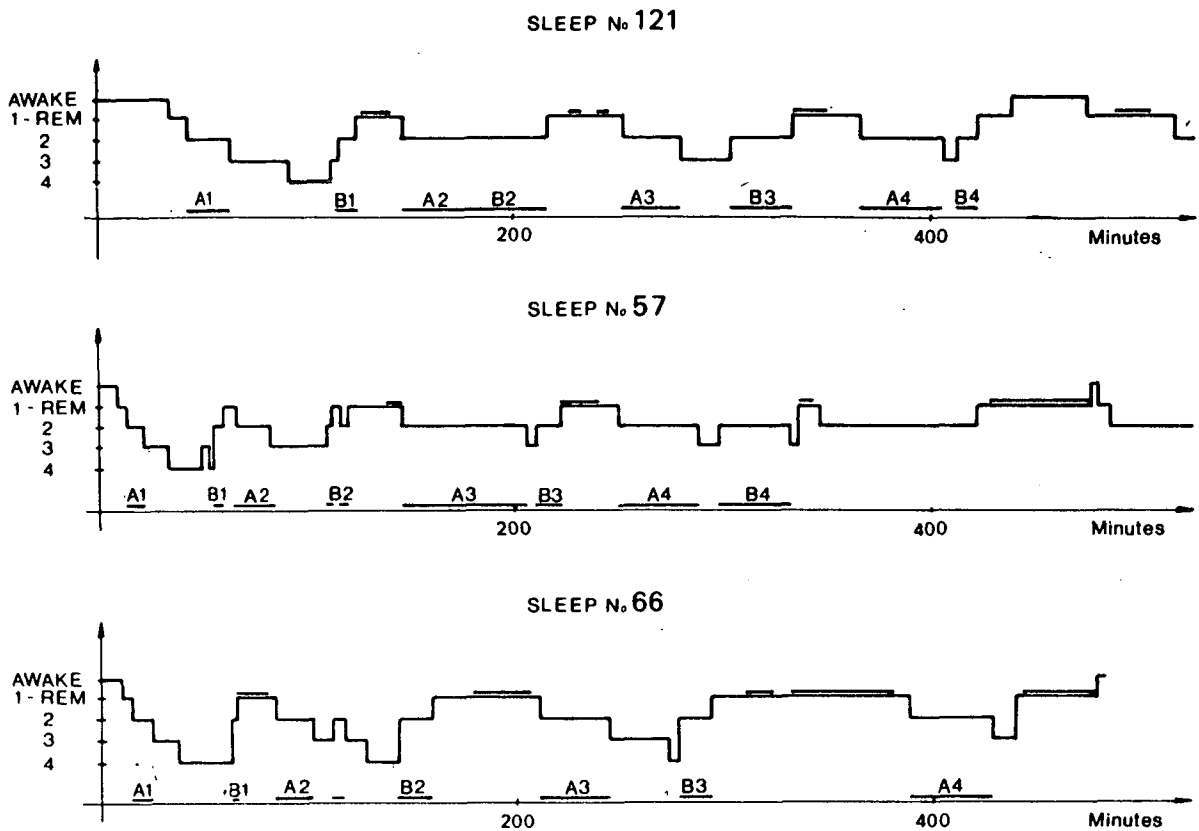
Módszer:

3 egészséges fiatal /20-24 évesek, 2 nő, 1 férfi/ 1-1 egész éjszakai alvását vizsgáltuk polygraphiásan. Vertex-occipitalis elvezetést dolgoztunk fel szélessávu analizátor integrátorral. A teljes jel és az 1-3 Hz, 4-7 Hz, 8-13 Hz és 14-20 Hz frekvenciasávok értékeit 20 másodpercenként olvastuk le. Az egyes 20 másodperces intervallumoknak ezzel az 5 integrátumértékkel jellemzett pontot feleltettünk meg az 5 dimenziós vektortérben.

Kiválasztottuk a Rechtschaffen-Kales féle beosztás szerint előállított hypnogramokból a 2-es szakaszokat /1. ábra/, és vizsgáltuk, hogy elválaszthatók-e egymástól a ciklus leszálló /mélyülő/ szakaszán /A jelű/ és a felszálló szakaszán elhelyezkedő /B jelű/ kettes szakaszból származó pontok.

A felhasznált módszerek a "nearest neighbour" /NN/ algoritmus [4] és a stepwise diszkriminanciaanalízis [2] voltak.

A NN algoritmussal először azonos alvásciklus leszálló és felszálló ágán elhelyezkedő kettes szakaszok /tananyag/ pontjaira megnéztük, hogy a hozzájuk legközelebb eső pont melyik ciklusrészhez tartozik. Ezután megvizsgáltuk, hogy a többi ciklus kettes szakaszainak pontjai a tananyag melyik részébe tartozó ponthoz es-



1. ábra

A vizsgált 3 alvás hypnogramjai

nek a legközelebb. Tananyagként minden olyan ciklust ki-
próbáltunk, amelyben a leszálló és felszálló száron is
volt kettes szakasz.

A diszkriminanciaanalízissel hasonló eljárást követ-
tünk: a diszkrimináló függvényeket a tananyagon alakított-

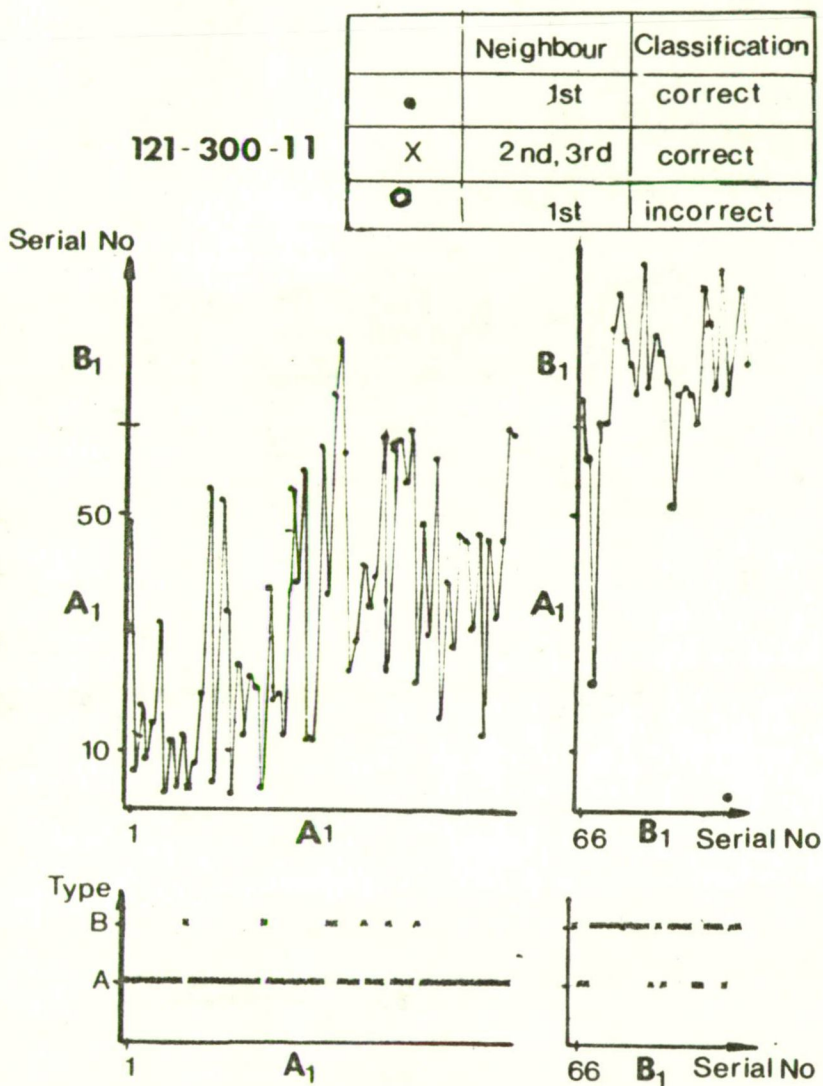
tuk ki és az összes többi kettes szakasz pontjain is teszteltük.

Az NN algoritmussal azt is vizsgáltuk, hogy az időben egymáshoz közel eső pontok az integrátumok 5 dimenziós terében is közel vannak-e egymáshoz. Ha egy leszálló kettes szakaszban a változások folytonosak és "simák" lennének az egyes fázisból való átmenettől a hármasként való átmenetig, akkor a legtöbb pont egy időben szomszédos ponthoz esne a legközelebb, és így, ha a legközelebbi szomszédok sorszámát a pontok sorszámának függvényében ábrázolnánk, egy 45 fokos egyenes körül ingadozó görbét kapnánk. Ezt a görbét felrajzoltuk az alvások valamennyi kettes szakaszára /2., 3., 4. ábrák felső részei/.

Eredmények:

A ciklusok leszálló és felszálló szárán elhelyezkedő kettes szakaszok pontjai mindenütt jól szétválaszthatók voltak. Az osztályozás hibája a tananyagként választott ciklusokon 10-22 % volt az NN algoritmussal és 2-15 % diszkriminanciaanalízissel. Az első ciklusok szakaszai jobban szétváltak, mint a későbbi ciklusok szakaszai. A hibásan osztályozott pontok időbeli eloszlása nem mutatott semmilyen jellegzetességet /2. ábra alsó rész/.

Amikor az egyik ciklusból vett tanuló halmaz segít-

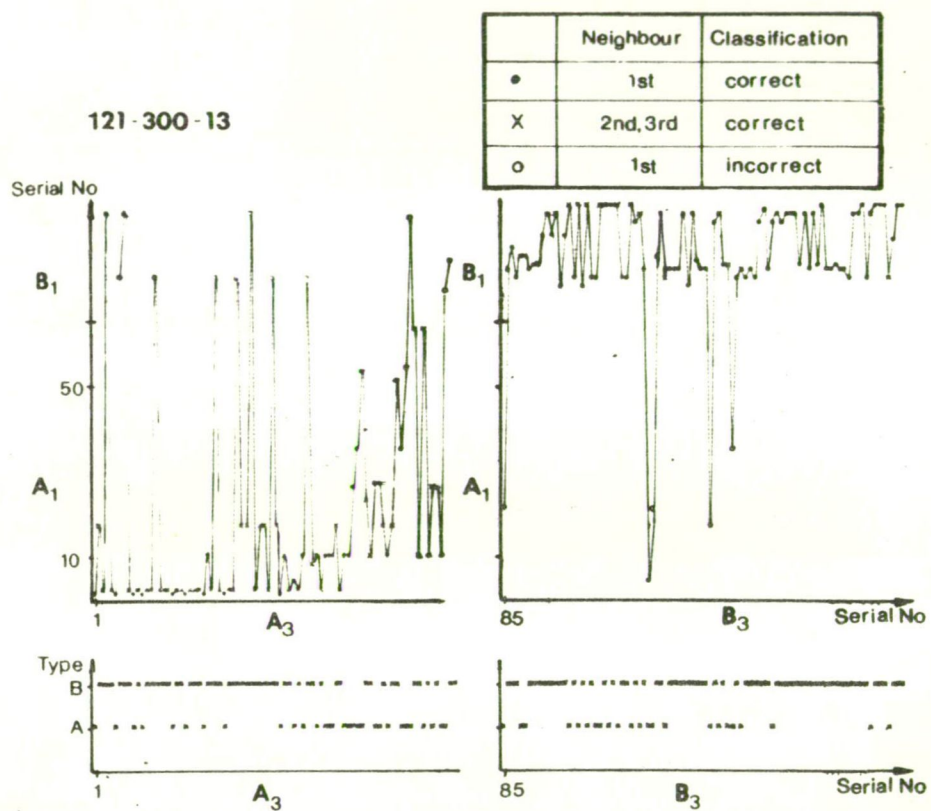


Felső rész: A legközelebbi társak sorszáma a pont sorszámának függvényében. A három legközelebbi szomszéd közül az egyező ciklusrészhez tartozó legközelebbi pontot rajzoltuk fel, ha ilyen nem volt, akkor a másik ciklusrész legközelebbi pontját.

Alsó rész: A legközelebbi szomszéd osztálya a pontok sorszámának függvényében.

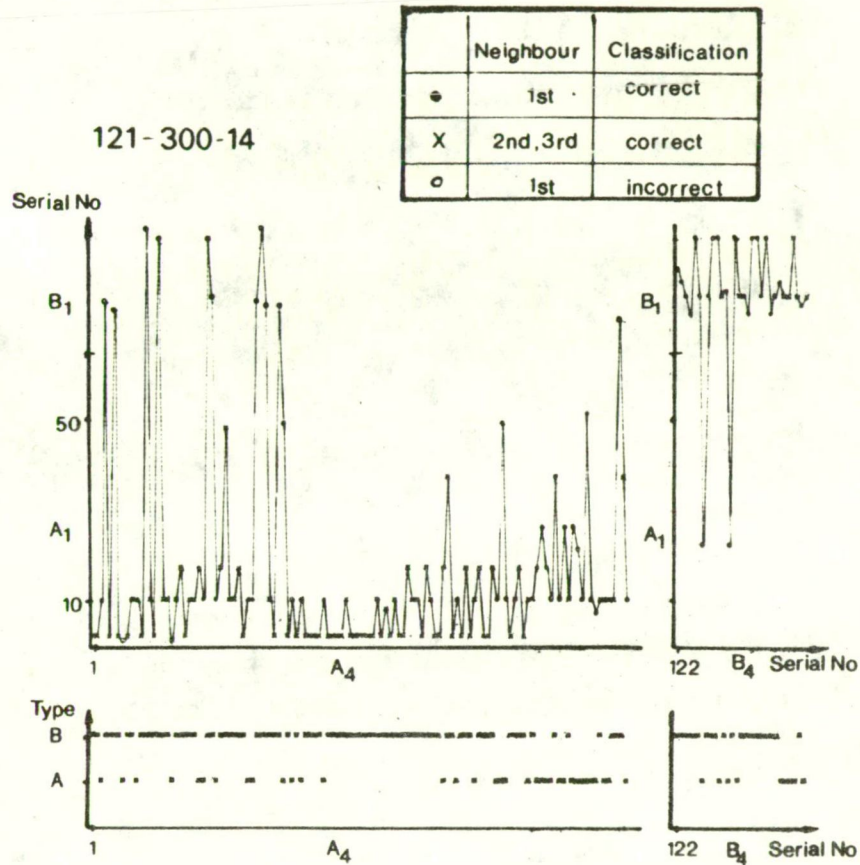
2. ábra

121. alvás, NN algoritmus, tanítás és teszt az 1. cikluson
 A_i - leszálló, B_i - felszálló szakasz pontjai, i - ciklussorszám



3. ábra

NN algoritmus, 121. alvás, tanítás az 1. cikluson,
teszt a 3. cikluson



4. ábra

NN algoritmus, 121. alvás, tanítás az 1. cikluson, teszt a 4. cikluson

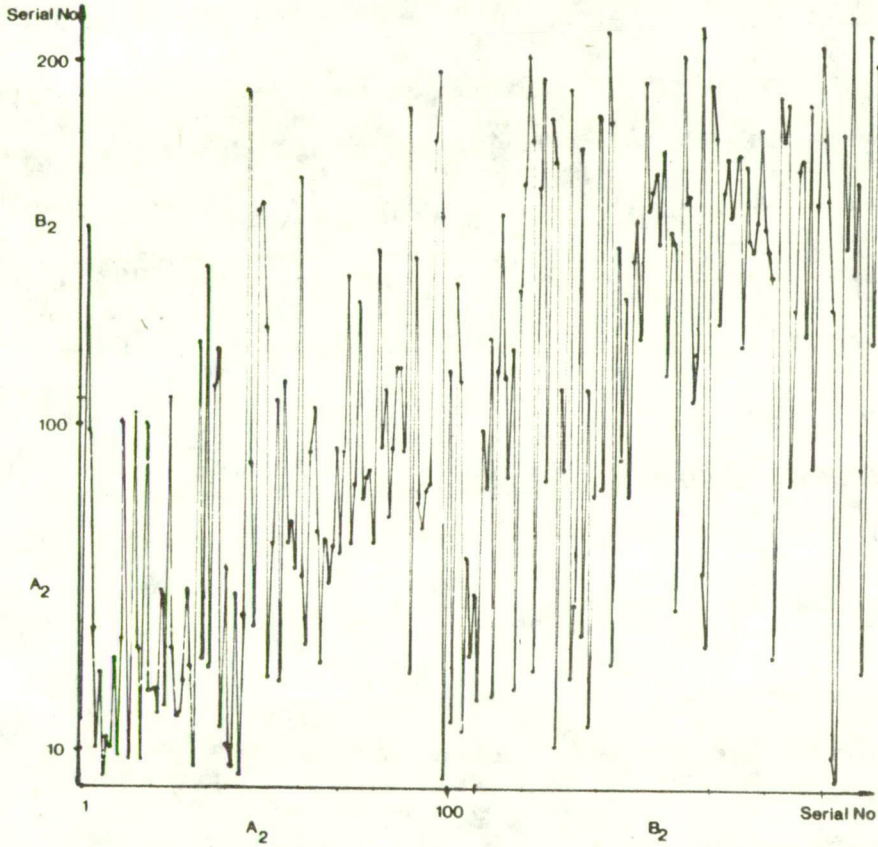
ségével a többi ciklus leszálló és felszálló pontjait osztályoztuk, ezek általában még mindig szétválaszthatók voltak, de az osztályozás hibája nagyobb volt: 14-48 % az NN algoritmusnál és 2-38 % a diszkriminanciaanalízisnél. A hibaszázalékok a legközelebbi ciklusokon voltak a legki-

sebbek, és ahogy távolodtunk attól a ciklustól, ami a tanuló halmazt adta, úgy nőttek. /3., 4. ábra/. Az ábrák alsó és felső részeinek összehasonlításából látható, hogy ha csak a legközelebbi pontot tekintettük, az osztályozás nem sikerült a távolabbi ciklusokon /alsó rész/, de a 3 legközelebbi társ figyelembevételével már igen /a felső ábrákon 0 jelzi az így is hibásan osztályozott pontokat/.

Annak a jelenségnek az okát, hogy a tanulóhalmaztól való időbeli távolodással az osztályozás romlik, a diszkrimináló függvények együtthatóinak a vizsgálatával kerestük. A legjobban diszkrimináló függvénypárok ciklusról ciklusra változnak, azaz változik az egyes frekvenciasávok súlya a le- és felszálló szakaszok elkülönítésében. A 8-13 Hz mellett az alvás első felében a 4-7 Hz, a második felében inkább a 14-20 Hz jelentős.

Ami a folyamatnak egy alvásfázison belüli lezajlását illeti, voltak olyan fázisok, amelyeken belül megkaptuk a várt, 45 fokos egyenes körül ingadozó görbét /2. ábra felső rész, A_1 fázis/. Ezek leszálló fázisok voltak és az alvás első felében, szabályos ciklusokban helyezkedtek el, tehát a ciklusnak volt kettesnél mélyebb fázisa is és felszálló kettese is. Más fázisoknak csak egyes részei adtak hasonló görbét /5. ábra/, a felszálló fázisok pedig csak néhány esetben.

121-300-22



5. ábra

NN algoritmus, 121. alvás, 2. ciklus

Az eredményeket összefoglalva és értékelve elmondhatjuk, hogy analizátum-integrátumaik alapján a leszálló szakaszokon elhelyezkedő időintervallumok különböznek a felszálló szakaszokon elhelyezkedőktől. Ennek oka vagy az, hogy ha a hypnogramon belül finomabb szinteket tudnánk megkülönböztetni, akkor a leszálló és felszálló szakaszok más-más szinten lennének, de valószínűleg inkább az, hogy az analizátum-integrátumban tükröződik valamilyen működés, ami összefügg az alvás mélyülésével vagy felületes irányba való haladásával. Ez utóbbi összevág a K-komplexusokra, mikroébredésekre vonatkozó elképzeléseinkkel [3]. Az ezekre vonatkozó megfigyelésekkel ugyancsak összevág az, hogy az időbeli eloszlásban csak a leszálló száron találtunk kimutatható tendenciát.

Az, hogy az alvás későbbi ciklusaiban a le- és felszálló szár különbségei csökkennek, a Sinha [5] és mások által leirt lecsengő oszcillációra utal.

Egy fázison belül az alvásfolyamat mélyülő tendenciája követhető a jelentős szintingadozások ellenére is.

I r o d a l o m

- [1] Bak Judit et al.: Osztályozó algoritmusok programrendszerének alkalmazása alvásfázisok elkülönítésére. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában. NJSzT 8. Koll. anyaga. Szerk.: Muszka D., Székely S., Madarász I. Szeged 1977. 143-149.
- [2] Dixon, W. J. /Ed./: Biomedical Computer Programs. University of California Press, 1972.
- [3] Halász P. et al.: K-Complexes and Micro-Arousals as Functions of the Sleep Process. In: Sleep 1976. 3rd Europ. Congr. Sleep Res., Montpellier 1976, pp. 292-294. Karger, Basel 1977.
- [4] Meisel, W. S.: Computer-oriented Approaches to Pattern Recognition. Academic Press, New York, 1972.
- [5] Sinha, K. A. et al.: Human Sleep-Electroencephalogram: A Damped Oscillatory Phenomenon. J. theor. Biol. /1972/ 35, 387-393.