

بسم الله الرحمن الرحيم

مجموعه داده های p300 مبتنی بر واسط مغز- کامپیوتر

برای افراد ناتوان

Ulrich Hoffmann <sup>a,\*</sup>, Jean-Marc Vesin <sup>a</sup>, Touradj Ebrahimi <sup>a</sup>, Karin Diserens <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne - Signal Processing Institute, CH-1015 Lausanne - Switzerland

<sup>b</sup>Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV), Rue du Bugnon 46, CH-1011 Lausanne - Switzerland

## فهرست

۱-تعریف BCI

۲-تعریف P300

۳-افراد مورد مطالعه

۳-نحوه انجام آزمایش

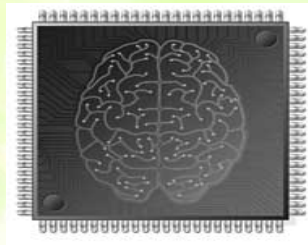
۴-مجموعه داده ها

۵-نمونه سیگنال

۶-مراجع مقاله

## ۱- واسط مغز- کامپیوتر (BCI)

واسط مغز- کامپیوتر (BCI) یک سیستم ارتباطی هست که فعالیت مغز را به دستوراتی برای یک کامپیوتر یا دیگر دستگاه‌ها ترجمه می‌کند، به عبارت دیگر واسط مغز و کامپیوتر سیستمی است که با ایجاد ارتباط مستقیم بین مغز و کامپیوتر بدون دخالت اندام‌ها، می‌تواند تا حدی کیفیت زندگی این افراد را ارتقاء دهد. بسیاری از افراد در نتیجه سانحه و یا به دلیل بیماری توانایی‌های حسی حرکتی خود را از دست داده‌اند و قادر به انجام کارهای روزمره نیستند. پیشرفت تکنولوژی در دو دهه اخیر امکانات قابل توجهی برای این گروه از افراد مهیا کرده است. از جمله ایجاد کانال‌های ارتباطی بین مغز انسان و کامپیوتر (BCI) است.



شکل شماره ۱

## ۲- تعریف P300

سیستم‌های BCI مبتنی بر الکتروانسفالوگرام (EEG)، ویژگی‌های کاربردی سیگنال EEG را اندازه‌گیری کرده و سیگنال‌های کنترلی را تولید می‌کنند. دودسته مهم از این ویژگی‌ها عبارت‌اند از: پتانسیل‌های رویدادی و فعالیت نوسانی مغز. هنگامی که توجه انسان به یک محرک جلب شود بخشی از یک پتانسیل رویدادی معروف به P300 در EEG او ظاهر می‌شود. در تحقیقات آزمایشگاهی معمولاً از تحریک بینایی و شنوایی برای تحریک کردن شخص و ظاهر شدن P300 در سیگنال الکتریکی مغز او استفاده می‌کنند. مشخصه اصلی این موج، دامنه بیشینه‌ای در زمان حدود ۳۰۰ میلی‌ثانیه است. با اعمال روش‌های پردازش سیگنال بر EEG می‌توان P300 را استخراج کرد.

Farwel و Donchin (۱۹۸۸) اولین کسانی بودند که P300 را به‌عنوان سیگنال کنترلی در یک BCI بکار بردند. آن‌ها سیستم هجی P300 را طوری توصیف کردند که افراد به‌وسیله انتخاب متوالی حروف الفبا قادر به هجی کردن لغات بودند.



A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L
M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X
Y	Z	1	2	3	4
5	6	7	8	9	0

شکل شماره ۲

### ۳- افراد مورد مطالعه

\_این سیستم با پنج نفر افراد ناتوان (معلول) و چهار نفر افراد سالم آزمایش شده است.  
\_افراد ناتوان همگی محدود به چرخک بودند.

\_افراد ۱ و ۲ قادر به انجام کار ساده‌ای بودند (حرکات آهسته با دست و بازوهایشان) اما قادر به کنترل اندام‌های دیگر نبودند، ارتباط گفتاری با افراد ۱ و ۲ ممکن بود ولی هردو دارای اختلال تکلم خفیف بودند.

\_فرد ۳ قادر به انجام حرکات محدود با دست چپ خود بود اما بازو و اندام‌های دیگر را نمی‌توانست حرکت دهد و ارتباط گفتاری با فرد ۳ غیرممکن بود، با این حال فرد قادر بود به سؤالات به‌وسیله پلک زدن جواب بله یا خیر بدهد.

\_فرد ۴ کنترل بسیار کمی روی حرکات دست و بازو داشت، اما ارتباط گفتاری با فرد ۴ ممکن بود، اگرچه اختلال تکلم خفیف وجود داشت.

\_فرد ۵ قادر به انجام کارهای خیلی کمی بود و نسبتاً روی حرکات دست یا بازوهایش کنترل نداشت و با توجه به نوسانات بزرگ که در سطح هشیاری فرد وجود داشت، ارتباطات با فرد ۵ خیلی سخت بود.

\_افراد ۶ تا ۹ دانشجویان دکترا بودند که هیچ‌کدام از افراد ۶ تا ۹ اختلال عصبی شناخته‌شده‌ای نداشتند.

#### ۴- نحوه انجام آزمایش

کاربران با صفحه‌نمایشی که در آن شش تصویر (تلویزیون، تلفن، لامپ، درب، پنجره و رادیو) نمایش داده می‌شد مواجه بودند. این تصاویر به صورت متوالی (یک تصویر در یک‌زمان)، تصادفی پخش می‌شد. هر فلش از یک تصویر، به مدت ۱۰۰ میلی‌ثانیه به طول می‌انجامید و در طول زیر ۳۰۰ میلی‌ثانیه هیچ‌یک از تصاویر نمایش داده نمی‌شد.



شکل شماره ۳

## ۵- مجموعه داده ها (Datasets)

مجموعه داده‌ها برای هر یک از افراد در فایل‌های فشرده بانام Subjectn.zip ذخیره شده است، که در آن n تعداد افراد است.

در داخل فایل‌های فشرده، اطلاعات زیر نهفته است:

(Subjectn/Session 1 to Subject n/Session 4)

در هر جلسه برای هر فردی ۶ ثبت انجام شده است و هر فایلی متناظر برای یک اجرا است.

متغیرهایی که در فایل مجموعه داده‌ها موجود است، عبارت‌اند از:

### ۱- داده (Data)

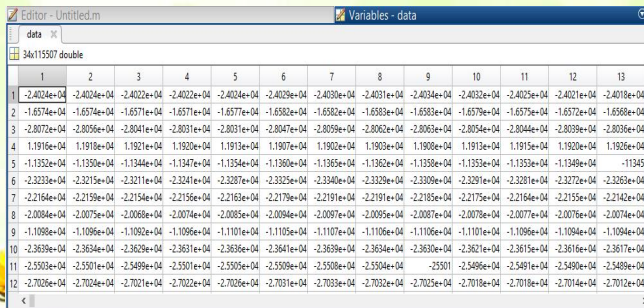
این ماتریس شامل EEG خام است.

ابعاد ماتریس برابر است با: تعداد نمونه‌ها  $\times 34$

هر یک از ۳۴ ردیف مربوط به یک الکتروود است.

هر ستون مربوط به نقاط زمانی است.

نرخ نمونه‌برداری ۲۰۴۸ هر تریز است.



The screenshot shows a software window titled "Editor - Untitled.m" with a tab for "Variables - data". The data is presented in a table with 12 rows and 13 columns. The first row is labeled "data" and the second row indicates "34x115507 double". The table contains numerical values in scientific notation, representing EEG data for 12 different channels (rows) over 13 time points (columns).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	
1	-2.4024e+04	-2.4024e+04	-2.4022e+04	-2.4022e+04	-2.4024e+04	-2.4029e+04	-2.4030e+04	-2.4031e+04	-2.4034e+04	-2.4032e+04	-2.4025e+04	-2.4021e+04	-2.4018e+04
2	-1.6574e+04	-1.6574e+04	-1.6571e+04	-1.6571e+04	-1.6577e+04	-1.6582e+04	-1.6582e+04	-1.6583e+04	-1.6583e+04	-1.6579e+04	-1.6575e+04	-1.6572e+04	-1.6568e+04
3	-2.8072e+04	-2.8056e+04	-2.8041e+04	-2.8031e+04	-2.8031e+04	-2.8047e+04	-2.8059e+04	-2.8062e+04	-2.8063e+04	-2.8054e+04	-2.8044e+04	-2.8039e+04	-2.8036e+04
4	1.1916e+04	1.1918e+04	1.1921e+04	1.1920e+04	1.1913e+04	1.1907e+04	1.1902e+04	1.1903e+04	1.1900e+04	1.1913e+04	1.1915e+04	1.1920e+04	1.1926e+04
5	-1.1352e+04	-1.1350e+04	-1.1344e+04	-1.1347e+04	-1.1354e+04	-1.1360e+04	-1.1365e+04	-1.1362e+04	-1.1358e+04	-1.1353e+04	-1.1353e+04	-1.1349e+04	-11345
6	-2.3233e+04	-2.3215e+04	-2.3211e+04	-2.3241e+04	-2.3287e+04	-2.3325e+04	-2.3340e+04	-2.3329e+04	-2.3309e+04	-2.3291e+04	-2.3281e+04	-2.3272e+04	-2.3263e+04
7	-2.2164e+04	-2.2159e+04	-2.2154e+04	-2.2156e+04	-2.2163e+04	-2.2179e+04	-2.2191e+04	-2.2191e+04	-2.2185e+04	-2.2175e+04	-2.2164e+04	-2.2155e+04	-2.2142e+04
8	-2.0084e+04	-2.0075e+04	-2.0068e+04	-2.0074e+04	-2.0085e+04	-2.0094e+04	-2.0097e+04	-2.0095e+04	-2.0087e+04	-2.0078e+04	-2.0077e+04	-2.0076e+04	-2.0074e+04
9	-1.1098e+04	-1.1096e+04	-1.1092e+04	-1.1096e+04	-1.1101e+04	-1.1105e+04	-1.1107e+04	-1.1106e+04	-1.1106e+04	-1.1101e+04	-1.1096e+04	-1.1094e+04	-1.1094e+04
10	-2.3639e+04	-2.3634e+04	-2.3629e+04	-2.3631e+04	-2.3636e+04	-2.3641e+04	-2.3639e+04	-2.3634e+04	-2.3630e+04	-2.3621e+04	-2.3615e+04	-2.3616e+04	-2.3617e+04
11	-2.5503e+04	-2.5501e+04	-2.5499e+04	-2.5501e+04	-2.5505e+04	-2.5509e+04	-2.5508e+04	-2.5504e+04	-25501	-2.5496e+04	-2.5491e+04	-2.5490e+04	-2.5489e+04
12	-2.7026e+04	-2.7024e+04	-2.7021e+04	-2.7022e+04	-2.7026e+04	-2.7031e+04	-2.7033e+04	-2.7032e+04	-2.7025e+04	-2.7018e+04	-2.7018e+04	-2.7014e+04	-2.7012e+04

جدول شماره ۱



## ۲- رویداد (events)

این ماتریس شامل نقاط زمانی هست که در آن فلش زدن رویدادها رخ داده است. در هر دیتاست اولین فلش ۴۰۰ میلی ثانیه بعد از شروع ثبت EEG انجام می‌شود، برای پیدا کردن نمونه مربوطه اولین فلش، نرخ نمونه برداری (۲۰۴۸ هرتز) بایستی ضربدر ۰.۴ شود. ( $2048 \times 0.4 = 820$ )  
برای پیدا کردن نمونه داده مربوط به یک رویداد دلخواه E، زمان اولین رویداد بایستی از زمان رویداد E کسر گردد. سپس اختلاف زمان در دومی بایستی با نرخ نمونه برداری ضرب شود و اگست از ۸۲۰ نمونه باید به آن اضافه گردد.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2006	5	23	11	45	22.7180							
2	2006	5	23	11	45	23.1190							
3	2006	5	23	11	45	23.5190							
4	2006	5	23	11	45	23.9200							
5	2006	5	23	11	45	24.3200							
6	2006	5	23	11	45	24.7210							
7	2006	5	23	11	45	25.1220							
8	2006	5	23	11	45	25.5220							
9	2006	5	23	11	45	25.9230							
10	2006	5	23	11	45	26.3230							
11	2006	5	23	11	45	26.7240							
12	2006	5	23	11	45	27.1340							

جدول شماره ۲

## محرک (stimuli)

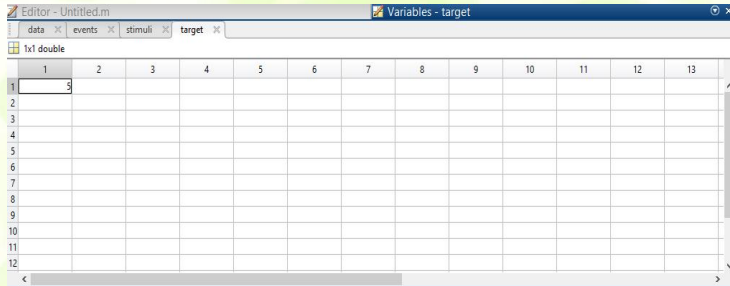
این آرایه حاوی دنباله‌ای از فلش‌ها هست. ثبت‌ها مقادیر بین ۱ تا ۶ را دارند و هر ثبت متناظر با یک فلش از یک تصویر روی یک نمایشگر هست. تصاویر روی یک نمایشگر به صورت زیر فهرست می‌شوند:  
۱- تصویر بالا چپ ۲- تصویر بالا راست ۳- تصویر چپ در میانه (وسط) و... شکل

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3	4	6	2	1	3	2	4	1	3	5	6	6
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

جدول شماره ۳

## هدف (target)

این متغیر شامل فهرستی از تصاویری هست که کاربر روی آن متمرکز شده است. به عنوان مثال اگر هدف برابر ۴ باشد، کاربر بایستی تعداد فلش‌های تصویر را بشمارد.

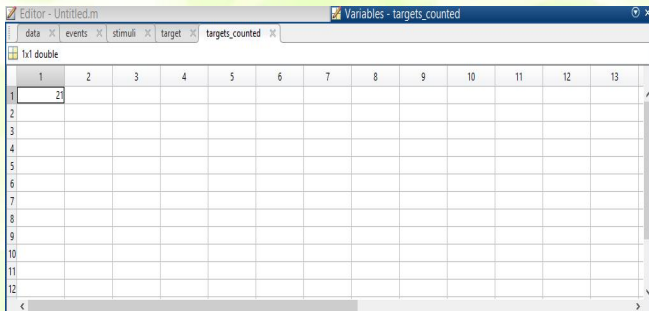


The screenshot shows a window titled "Editor - Untitled.m" with a sub-window "Variables - target". Below the title bar are tabs for "data", "events", "stimuli", and "target". The main area displays a table with 13 columns and 12 rows. The first cell (row 1, column 1) contains the number "3". The rest of the cells are empty. The table is labeled "1x1 double" at the top left.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3												
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

جدول شماره ۴

اهداف شمارش (targets\_counted)  
این متغیر شامل تعداد فلش‌هایی که در واقع توسط کاربر شمارش شده است. به عنوان مثال اگر ۱۲۰ رویداد وجود داشته باشد، تعداد فلش‌های که توسط کاربر شمارش شده است باید ۲۰ باشد.



The screenshot shows a software window titled "Editor - Untitled.m" with a sub-window "Variables - targets\_counted". The main area displays a table with 13 columns and 12 rows. The first cell (row 1, column 1) contains the value 23. The table is labeled "1x1 double" at the top left.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	23												
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													

جدول شماره ۵

## نحوه پیکربندی الکترودهای استفاده شده در آزمایش

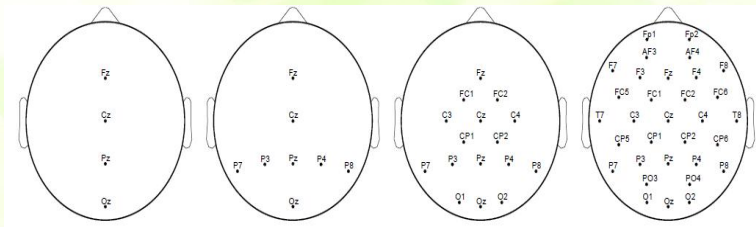
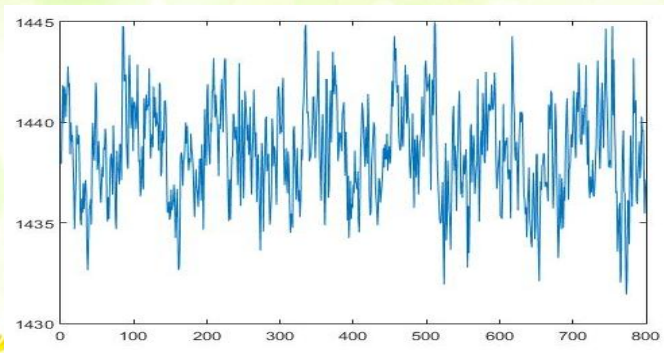


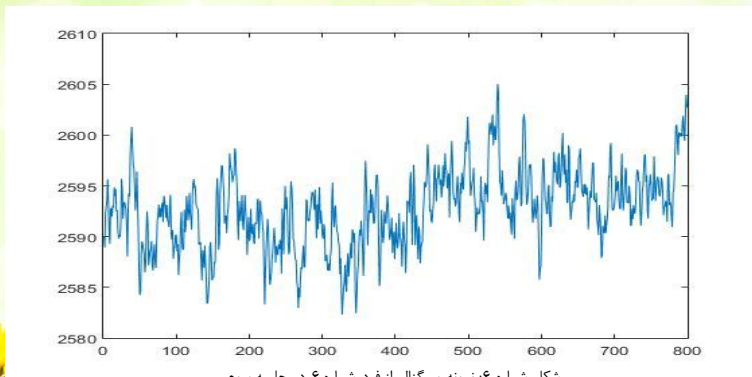
Fig.4 . Electrode configurations used in the experiments. From left to right: Configuration I (4 electrodes), configuration II (8 electrodes), configuration III (16 electrodes), and configuration IV (32 electrodes).

### ۳- نمونه سیگنال ۱



شکل شماره ۵: نمونه سیگنال از فرد شماره ۱ در جلسه دوم

## نمونه سیگنال ۲



شکل شماره ۶: نمونه سیگنال از فرد شماره ۶ در جلسه سوم

## ٦-مراجع مقاله

- Clin. Neurophysiol. 117(3), 538{548.
- Serby, H., Yom-Tov, E., Inbar, G., 2005. An improved P300-based brain-computer interface. IEEE Trans. Neural Syst. Rehab. Eng. 13 (1), 89{98.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., John, E., 1965. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. Science 150 (700), 1187{1188.
- Thulasidas, M., Guan, C., Wu, J., 2006. Robust classification of EEG signal for brain-computer interface. IEEE Trans. Neural Syst. Rehab. Eng. 14 (1), 24{29.
- Tian, Q., Fainman, Y., Lee, S. H., 1988. Comparison of statistical pattern-recognition algorithms for hybrid processing. II. Eigenvector-based algorithm. J. Opt. Soc. Am. A 5, 1670{1682.
- Van Gestel, T., Suykens, J., Lanckriet, G., Lambrechts, A., De Moor, B., Vandewalle, J., 2002. Bayesian framework for least-squares support vector machine classifiers, gaussian processes, and kernel Fisher discriminant analysis. Neural Computation 14 (5), 1115{1147.
- Wolpaw, J. R., Birbaumer, N., McFarland, D. J., Pfurtscheller, G., Vaughan, T. M., June 2002. Brain-computer interfaces for communication and control. Clin. Neurophysiol. 113(6), 767{791.
- Xu, N., Gao, X., Hong, B., Miao, X., Gao, S., Yang, F., 2004. BCI competition 2003 Data Set IIb: Enhancing P300 wave detection using ICA-based subspace projections for BCI applications. IEEE Trans. Biomed. Eng. 51 (6), 1067{1072.