

بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی برق

دکتر کربلایی

گزارش پروژه سیگنال و سیستم  
بهار 97

طاها انتصاری 95101117

## سوال اول

همانطور که در دستور کار گفته شده است، سطر اول هر آزمایش داده‌ی پرت محسوب می‌شوند. بعد از حذف این سطرها، با توجه به ذات مسئله که هر 39 سطر باقی‌مانده برای یک آزمایش هستند (و نه این که هر یک سطر خود یک آزمایش جداگانه باشند)، هر 39 سطر را به یک سطر تبدیل می‌کنیم. در این مرحله، هر یک از 39 سطر را به ستون‌ها انتقال می‌دهیم تا در نهایت  $39 \times 12$  ستون داشته باشیم. اکنون درواقع ستون‌های 1 تا 12 دارای داده‌های لحظه اول سنسورها، ستون‌های 13 تا 24 لحظه دوم و الی آخر. اکنون ماتریس ما به جای یک ماتریس  $9360 \times 12$  که هر 39 سطر آن یک آزمایش باشند، یک ماتریس  $240 \times 468$  داریم که اکنون هر سطر یک آزمایش است و در واقع ستون‌ها، ویژگی‌های موردنظر ما هستند.

ویژگی‌های اضافی نیز استخراج و بررسی شدند که در نهایت با توجه به خروجی‌های گرفته‌شده، خود داده‌ها به تنهایی بهترین ویژگی‌ها بودند. بعد از الصاق شماره گروه‌ها به انتهای ماتریس موردنظر، آن را به برنامه خوشه‌بندی‌کننده متلب می‌دهیم. خروجی‌های این قسمت همراه با ماتریس خطای آن آمده‌اند.

برای حالتی که تنها خود داده‌ها را بدون هیچ ویژگی اضافه به طبقه‌بندی‌کننده بدهیم، به درصد صحت 98.8 با استفاده از SVM خطی میرسیم. ماتریس خطای آن به شکل زیر است:

**Model 1.6**

0	30							
1	1	29						
2			30					
3				30				
4					30			
5						30		
6							29	1
7							1	29
	0	1	2	3	4	5	6	7

Predicted class



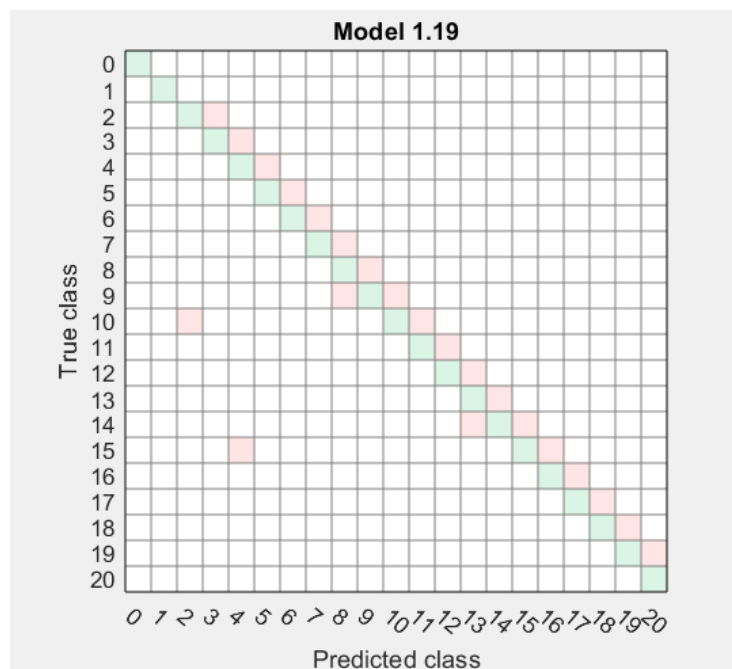
لازم به ذکر است که استفاده از الگوریتم pca برای کاهش تعداد ویژگی و بعد فضا موجب بهتر شدن نتیجه نشد.

## سوال دوم

برای این سوال مشابه سوال قبل میتوانیم هر 40 سطر را یک آزمایش بگیریم. اما این سوال با سوال قبلی یک فرق ذاتی دارد و آن این که اصولاً در این سوال میتوانیم هر یک از 40 سطر را به عنوان یک آزمایش بگیریم چرا که در طی هر 40 سطر نحوه نشستن فرد تغییر اساسی نمی کند و میتوانیم با این عمل تعداد داده های آموزشی برای طبقه بندی کننده را افزایش دهیم که نتایج نیز بیانگر همین نکته است. در این سوال نیز نیازی به استخراج هیچ ویژگی نبوده و خود داده ها به تنهایی کفایت میکنند.

لازم به ذکر است که برخلاف سوال قبل، در این سوال از هر نوع نشستن به تعداد مساوی داده نداریم و برای برخی حالت ها تنها 50 و یا 53 داریم. البته بیشتر حالات 60 بار آزمایش دارند.

اگر ماتریس را مطابق سوال یک تغییر شکل دهیم و هر 39 سطر را تبدیل به یک سطر کنیم و به طبقه بندی کننده بدهیم در بهترین حالت به درصد صحت 98.2 با استفاده از الگوریتم Ensemble Bagged Trees میرسیم. شکل ماتریس خطای این حالت به صورت زیر است. البته برای دقیق تر بودن، ماتریس خطای این قسمت تحت عنوان Ensemble\_confusion به پیوست ارسال شده است.



در این حالت 23 مورد از آزمایش ها درست خوشه بندی نشده اند

اکنون اگر به جای تغییر شکل ماتریس همان ماتریس اولیه را بدهیم و با این کار در واقع هر سطر را به عنوان یک آزمایش مستقل ببینیم، مشاهده می‌شود که به درصد صحت 100 میرسیم. بهترین نتیجه برای روش SVM مربعی است. البته همچنان تعدادی خطا وجود دارد که به خاطر نگنجیدن در دقت، در عدد 100 ظاهر نشده‌اند. ماتریس خطای این آزمایش نیز تحت عنوان SVM\_confusion ارسال شده است که شکل آن به صورت زیر است.



در این حالت 8 مورد از آزمایش‌ها اشتباه گروه‌بندی شده‌اند. البته تعداد آزمایش‌ها در این حالت بسیار بیشتر از حالت قبل است. در این حالت ما 47658 آزمایش داریم که 8 مورد را اشتباه تشخیص داده‌ایم در حالی که وقتی ماتریس را تغییر شکل داده بودیم تنها 1222 آزمایش داشتیم که 23 مورد آن اشتباه تشخیص داده شده بودند. پس با استفاده از ماتریس اصلی همواره به پاسخ درست دست می‌یابیم حتی اگر همه‌ی 8 مورد اشتباه تخصیص داده شده مربوط به یک آزمایش باشد، چرا که در این صورت از 39 سطری که برای به بار نشستن روی صندلی هستند 21 مورد را هنوز درست تشخیص داده‌ایم.

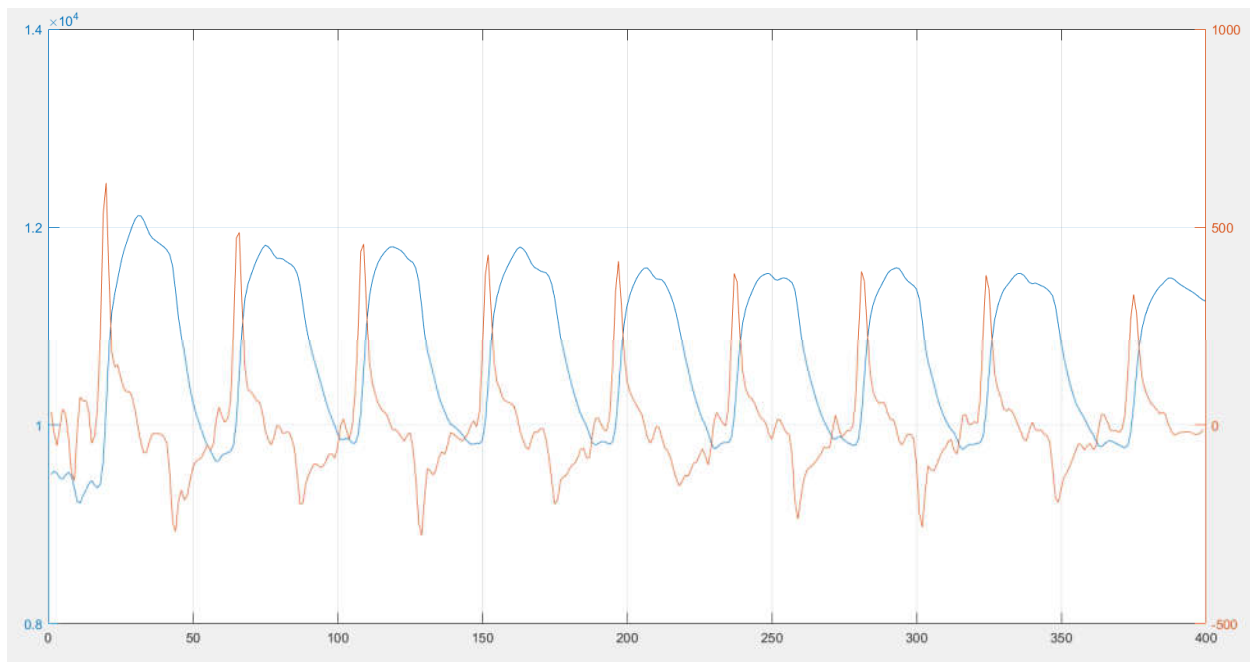
اگر همین روش آخر را به عنوان روش نهایی خود بپذیریم، برای آزمایش‌های آتی و استفاده از این مدل آموزش دیده برای پیش‌بینی در آینده، بهترین راه می‌تواند بدین گونه باشد که ما هر چند سطر که داشته باشیم را هر بار جداگانه به مدل بدهیم تا

مشخص کند که به کدامین گروه تعلق می‌گیرد و پس از این از بین این نتایج، گروهی که بیشینه تعداد اعضا دارد را به عنوان نماینده انتخاب کنیم.

## سوال سوم

رویکردی اولی که در این سوال پیش‌گرفتیم تا به نتیجه برسیم، یافتن پروفایل دم و بازدم و یافتن کورلیشن آن با داده‌ها بود. اما این روش چند ایراد داشت. ایراد اول این که در این روش، اگر به نتیجه میرسید، بایستی برای تنفس معمولی و عمیق دو پروفایل جداگانه داشته باشیم. مشکل دوم این بود که در این روش تشخیص پایان دم و پایان بازدم دقت کافی نداشت و بایستی برای دقت بیشتر تعداد دیتای آموزش بسیار بیشتری داشته باشیم. با فرض این‌که مشکلات ذکرشده مانع نبودند و پیش می‌رفتیم بدست می‌آوردیم که پروفایل دم صعودی و برای بازدم نزولی بود. مشاهده شد که کورلیشن پروفایل نزولی بازدم نیز در نقاطی بیشینه می‌شود که که پروفایل صعودی بیشینه می‌شود و در نتیجه به درد بخور نیست.

رویکرد دوم، که باتوجه به مشاهدات حاصل مانند نمودار زیر حاصل شد، استفاده از مشتق (در واقع تقریب مرتبه اول اویلر مشتق) است. همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌شود (نمودار زرد نمودار مشتق است) در هنگام شروع دم، مشتق بیشینه می‌شود و هنگام شروع بازدم، کمینه می‌شود. با توجه به مشاهدات نیز نقطه گذر از صفر بعد از بیشینه یا کمینه شدن به عنوان نقطه پایان دم و یا بازدم انتخاب شد.



پس به دنبال ماکسیمم و مینیمم موضعی در مشتق اول میپردازیم. در تخمین نقاط شروع و پایان دم و بازدم تنها از کانالهای 1 و 2 استفاده شده است. نتایج این الگوریتم برای تنفس عمیق شماره 4 و 5 که داده‌های زمانی آن را به طور کامل داریم به شکل زیر است.

البته در داده‌های داده شده مشکلاتی به چشم میخورد از جمله این که مثلاً در داده تایمینگ برای deep4 آخرین بازدم در داده‌های ما نیست که این مشکل البته در تنفس معمولی بسیار بیشتر است. این داده یا ذکر نشده‌اند و یا آخرین زمان ممکن موجود در لیست آن آزمایش به جای آن ذکر شده است.

در ادامه نتایج اجرای این الگوریتم بر روی داده‌ها، هم آنهایی که زمان دم و بازدم آنها را به صورت دقیق می‌دانیم و هم غیر آن، آمده‌اند. فرمت این داده‌ها به صورت اول دقیقه و سپس ثانیه متناظر با عمل موردنظر در آن آزمایش است.

برای داده‌های آزمایش تنفس عمیق 4 داریم:

#### Deep4

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
25.0000	5.0347	25.0000	7.0326	25.0000	13.3201	25.0000	14.0839
25.0000	13.4720	25.0000	14.0839	25.0000	21.1379	25.0000	23.2787
25.0000	17.1433	25.0000	19.1394	25.0000	28.4834	25.0000	31.0824
25.0000	24.8078	25.0000	26.6471	25.0000	35.5163	25.0000	37.0452
25.0000	31.9998	25.0000	33.8347	25.0000	42.3960	25.0000	44.0786
25.0000	39.0326	25.0000	41.0199	25.0000	49.1269	25.0000	50.8091
25.0000	45.6085	25.0000	47.2914	25.0000	56.3137	25.0000	58.3011
25.0000	52.4912	25.0000	53.8671	26.0000	1.6646	26.0000	1.9706
26.0000	0.1357	26.0000	1.9706				

برای مقایسه، مقادیر واقعی این آزمایش به شکل زیر هستند:

25:04.5	25:11.5	25:13.1	25:15.1
25:17.1	25:19.2	25:21.0	25:22.9
25:24.7	25:26.7	25:28.4	25:30.2
25:31.9	25:33.8	25:35.4	25:37.3
25:38.9	25:40.8	25:42.4	25:44.0
25:45.6	25:47.4	25:49.0	25:50.7
25:52.4	25:54.4	25:56.2	25:58.1
25:59.9	26:01.8	26:03.6	26:06.0

و برای داده های Deep5

## Deep5

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
34.0000	54.5156	34.0000	56.5118	34.0000	58.2041	35.0000	0.4970
35.0000	1.5669	35.0000	3.4094	35.0000	4.9394	35.0000	7.5380
35.0000	8.1494	35.0000	10.1460	35.0000	11.3723	35.0000	12.5930
35.0000	14.8830	35.0000	16.5688	35.0000	18.4055	35.0000	20.6986
35.0000	21.7692	35.0000	23.2982	35.0000	26.5107	35.0000	26.8166
35.0000	27.8869	35.0000	29.7211	35.0000	31.0977	35.0000	33.3919
35.0000	34.6146	35.0000	36.2956	35.0000	37.8244	35.0000	39.5059
35.0000	41.1879	35.0000	43.1756	35.0000	44.8567	35.0000	47.1497
35.0000	48.8308	35.0000	51.1238	35.0000	51.1238	35.0000	52.8056



که داده‌های واقعی این مرحله نیز به شکل زیر هستند

34:54.6	34:56.7	34:58.1	35:00.1
35:01.5	35:03.3	35:04.9	35:06.7
35:08.0	35:09.7	35:11.2	35:13.3
35:14.7	35:16.8	35:18.3	35:20.1
35:21.6	35:23.3	35:24.6	35:26.5
35:27.5	35:27.9	35:29.8	35:31.0
35:32.8	35:34.4	35:36.3	35:37.7
35:39.6	35:41.1	35:43.2	35:44.8
35:46.9	35:48.7	35:50.9	35:53.3

نتایج تنفس عمیق بسیار بهتر از تنفس معمولی بود. زمان این تنفس ها برای سابجکت های 1 تا 3 در زیر آمده‌اند:

Deep1:

Deep2

The found results are as follows

Inhale start	Inhale end
46.0000 48.1524	46.0000 48.9221

46.0000 55.4917	46.0000 58.5643
-----------------	-----------------

47.0000 2.9835	47.0000 3.2883
----------------	----------------

47.0000 10.0174	47.0000 11.7110
-----------------	-----------------

Exhale start	Exhale end
46.0000 51.6921	46.0000 53.8217

46.0000 59.3337	47.0000 1.0084
-----------------	----------------

47.0000 6.8277	47.0000 7.4352
----------------	----------------

47.0000 13.5582	47.0000 14.1690
-----------------	-----------------

The found results are as follows

Inhale start	Inhale end
13.0000 43.2529	13.0000 44.6374

13.0000 50.9286	13.0000 52.7738
-----------------	-----------------

13.0000 57.5248	13.0000 59.2163
-----------------	-----------------

14.0000 4.2737	14.0000 6.2732
----------------	----------------

14.0000 10.5634	14.0000 11.7922
-----------------	-----------------

Exhale start	Exhale end
13.0000 47.4094	13.0000 49.5523

13.0000 54.3135	13.0000 55.0782
-----------------	-----------------

14.0000 0.7557	14.0000 2.4379
----------------	----------------

14.0000 7.5050	14.0000 9.6458
----------------	----------------

## Deep3

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
19.0000	36.2582	19.0000	37.0272	19.0000	39.1766	19.0000	40.3918
19.0000	44.5002	19.0000	45.1139	19.0000	46.4909	19.0000	47.2512
19.0000	51.5123	19.0000	51.9741	19.0000	53.5105	19.0000	54.5747
19.0000	58.6848	19.0000	59.4546	20.0000	0.6840	20.0000	1.7486
20.0000	5.8562	20.0000	6.6258	20.0000	7.8500	20.0000	9.0660
20.0000	12.8692	20.0000	13.4839	20.0000	15.1685	20.0000	16.2313
20.0000	20.1889	20.0000	20.8004	20.0000	22.1767	20.0000	22.4805
20.0000	27.3475	20.0000	27.6553	20.0000	29.4910	20.0000	29.9467
20.0000	33.5922	20.0000	33.8961				

همانطور که گفته شد برای تنفس معمولی، برخی زمان های داده شده برای تنفس در بازه آزمایش ما نیستند. این داده ها حذف شده اند که برای regular4 این برای با 3 تنفس آخر است و برای regular3 هم تنفس آخر به مدت 10 ثانیه طول کشیده که بازدم آن هم جزو داده های ما نیست. همچنین داده های regular3 به نظر می رسد بسیار نویز دارند و نتایج خوبی حاصل نمیدهند در حالی که همین الگوریتم روی داده های regular4 بهتر جواب می دهد.

نتایج حاصل برای regular4:

## Regular4:

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
46.0000	8.8589	46.0000	9.4666				
46.0000	13.2638	46.0000	13.8709	46.0000	14.4783	46.0000	14.9338
46.0000	16.3002	46.0000	16.9075				
46.0000	19.1854	46.0000	19.7928	46.0000	17.3631	46.0000	17.6669
46.0000	22.2225	46.0000	22.9823	46.0000	20.2483	46.0000	20.8561
46.0000	27.5391	46.0000	28.1466	46.0000	23.2862	46.0000	23.5901
46.0000	30.5766	46.0000	31.0323	46.0000	25.8683	46.0000	26.6276
46.0000	33.3110	46.0000	33.9188	46.0000	29.0577	46.0000	29.5132
46.0000	36.3492	46.0000	36.9569	46.0000	31.6401	46.0000	31.9439
46.0000	41.5103	46.0000	42.2698	46.0000	34.8304	46.0000	35.5896
46.0000	44.8522	46.0000	45.4598	46.0000	42.4217	46.0000	42.7255
46.0000	49.2574	46.0000	49.8648	46.0000	45.1562	46.0000	45.4598
46.0000	52.4469	46.0000	52.9026	46.0000	47.7383	46.0000	48.0421
46.0000	55.1811	46.0000	55.9404	46.0000	50.6241	46.0000	50.9279
46.0000	57.9145	46.0000	58.3700	46.0000	53.3584	46.0000	53.6623
47.0000	0.6479	47.0000	1.7110	46.0000	56.2442	46.0000	56.6998
47.0000	3.6854	47.0000	4.1411	47.0000	0.3441	47.0000	1.7110
47.0000	6.5716	47.0000	7.0274	47.0000	5.5082	47.0000	5.9641

از 21 دم موجود البته تنها 18 مورد شناسایی شده‌اند و از 20 بازدم موجود تنها 16 مورد. داده های زمانی این آزمایش به شکل زیر است

46:10.8	46:12.2
46:13.4	46:14.5
46:15.9	46:17.3
46:18.7	46:20.2
46:21.8	46:23.2
46:24.6	46:26.1
46:27.4	46:28.8
46:30.1	46:31.3
46:32.9	46:34.3
46:35.8	46:37.2
46:38.4	46:39.8
46:41.1	46:42.4
46:43.6	46:45.0
46:46.3	46:47.7
46:49.1	46:50.6
46:52.0	46:53.3
46:54.7	46:56.1
46:57.4	46:58.8
47:00.3	47:01.7
47:03.3	47:04.7
47:06.1	47:07.5

داده های متناظر برای آزمایش regular3 به صورت زیر هستند. برای مقایسه داده های اصلی آن در ابتدا آمده اند

44:36.8	44:43.3
44:44.3	44:45.7
44:46.3	44:49.0
44:50.5	44:51.8
44:53.3	44:54.5
44:56.0	44:57.2
44:58.5	44:59.7
45:00.9	45:03.2
45:04.3	45:05.3
45:06.0	45:06.6
45:07.2	45:07.7
45:08.3	45:08.9
45:09.5	45:10.0
45:10.6	45:11.2
45:11.9	45:12.6
45:14.6	45:15.7
45:16.9	45:20.4
45:21.5	45:22.7
45:24.0	45:25.3
45:26.7	

## Regular3:

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
44.0000	37.0264	44.0000	37.7885	44.0000	38.0932	44.0000	38.3970
44.0000	41.1302	44.0000	41.5877	44.0000	41.2841	44.0000	41.5877
44.0000	45.8407	44.0000	46.7521	44.0000	52.0707	44.0000	52.3743
44.0000	48.4225	44.0000	49.1851	44.0000	54.5002	44.0000	54.9557
44.0000	51.9187	44.0000	52.3743	44.0000	57.2336	44.0000	58.6002
44.0000	56.4741	44.0000	56.9298	44.0000	59.6660	44.0000	59.9697
45.0000	0.8808	45.0000	1.4880	45.0000	1.9435	45.0000	2.2471
45.0000	3.1586	45.0000	4.2218	45.0000	4.3738	45.0000	5.8927
45.0000	6.6522	45.0000	7.1090	45.0000	7.1090	45.0000	7.4128
45.0000	11.0573	45.0000	11.5129	45.0000	10.7537	45.0000	11.5129
45.0000	17.2828	45.0000	18.1938	45.0000	15.7644	45.0000	16.0681
45.0000	23.2063	45.0000	23.8139	45.0000	20.3205	45.0000	20.6243
45.0000	25.7883	45.0000	26.3960	45.0000	22.7506	45.0000	23.8139
45.0000	29.8891	45.0000	30.3446	45.0000	25.3328	45.0000	26.3960
45.0000	32.1676	45.0000	32.4715	45.0000	30.0409	45.0000	30.3446
45.0000	35.2052	45.0000	35.5092	45.0000	33.0789	45.0000	33.9899

و برای داده‌های تست 1 و 2 به ترتیب نتایج زیر به دست آمده‌اند:

### Regular1:

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
40.0000	12.2248	40.0000	12.8363	43.0000	6.6617	43.0000	7.5729
40.0000	15.4357	40.0000	16.8117	43.0000	10.6252	43.0000	10.9290
40.0000	21.7041	40.0000	22.6218	43.0000	13.2082	43.0000	14.2715
40.0000	24.7620	40.0000	25.5264	43.0000	19.8961	43.0000	20.3518
40.0000	27.5135	40.0000	28.4312	43.0000	23.6936	43.0000	23.9975
40.0000	31.0315	40.0000	31.6434	43.0000	26.1281	43.0000	26.8877
40.0000	34.2431	40.0000	35.1603	43.0000	30.6848	43.0000	31.2926
40.0000	37.4544	40.0000	38.6785	43.0000	33.1177	43.0000	33.8773
40.0000	40.8208	40.0000	41.2798	43.0000	37.9774	43.0000	39.1928
40.0000	44.0336	40.0000	44.6453	43.0000	40.2563	43.0000	40.5602
40.0000	47.0928	40.0000	47.7048	43.0000	45.7258	43.0000	46.0297
40.0000	50.1520	40.0000	51.0698	43.0000	48.6136	43.0000	48.9175
40.0000	53.2107	40.0000	54.2810	43.0000	51.3500	43.0000	51.6539
40.0000	56.4212	40.0000	57.0327	43.0000	54.3887	43.0000	55.3001
40.0000	59.6324	41.0000	0.2439	43.0000	57.1227	43.0000	57.4265
41.0000	4.5251	41.0000	4.9840	43.0000	59.7058	44.0000	0.4654
41.0000	6.8195	41.0000	7.1254				
41.0000	9.7250	41.0000	10.0310				



## Regular2:

The found results are as follows

Inhale start		Inhale end		Exhale start		Exhale end	
43.0000	2.8564	43.0000	3.6211	44.0000	38.0932	44.0000	38.3970
43.0000	6.5097	43.0000	6.8135	44.0000	41.2841	44.0000	41.5877
43.0000	10.0133	43.0000	10.3193	44.0000	52.0707	44.0000	52.3743
43.0000	12.6003	43.0000	14.2715	44.0000	54.5002	44.0000	54.9557
43.0000	16.3984	43.0000	17.4646	44.0000	57.2336	44.0000	58.6002
43.0000	19.5913	43.0000	20.0480	44.0000	59.6660	44.0000	59.9697
43.0000	22.3262	43.0000	22.6299	45.0000	1.9435	45.0000	2.2471
43.0000	27.6469	43.0000	28.2543	45.0000	4.3738	45.0000	5.8927
43.0000	32.0522	43.0000	32.6608	45.0000	7.1090	45.0000	7.4128
43.0000	34.9403	43.0000	35.3959	45.0000	10.7537	45.0000	11.5129
43.0000	39.4967	43.0000	39.8005	45.0000	15.7644	45.0000	16.0681
43.0000	42.8386	43.0000	43.4462	45.0000	20.3205	45.0000	20.6243
43.0000	45.2691	43.0000	46.0297	45.0000	22.7506	45.0000	23.8139
43.0000	50.2849	43.0000	51.0459	45.0000	25.3328	45.0000	26.3960
43.0000	53.3252	43.0000	54.2368	45.0000	30.0409	45.0000	30.3446
43.0000	58.9461	43.0000	59.5539	45.0000	33.0789	45.0000	33.9899

از نتایج و مقایسه‌ها معلوم شد که استفاده از کانال 2 به تنهایی نیز برای به‌دست دادن همین نتایج کافی بوده و تنها به داده‌های این کانال نیاز داریم.

برای تست کردن هرگونه داده اضافی تنها کافی است در کد پروژه در قسمت On tests داده‌ها را با فرم مناسب داخل deep4 قرار دهید.