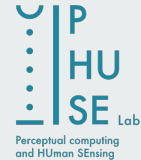


Apprendimento di eventi oculomotori nell'eye-tracking diagnostico e riabilitativo

G. Boccignone, V. Cuculo, A. D'Amelio, G. Grossi, R. Lanzarotti / *PHuSe Lab - Università degli studi di Milano*
D. Ciminieri, A. Masserdotti / *opendot*

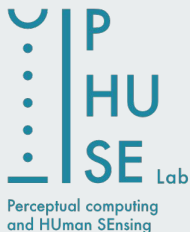
Ital-IA - Workshop AI for Health and Medicine
Roma, 18 Mar. 2019



Collaborazione per lo sviluppo di un **comunicatore low-cost** basato su **eye-tracking**.



<http://www.airett.it>



<http://phuselab.di.unimi.it>



<http://www.opendotlab.it/>

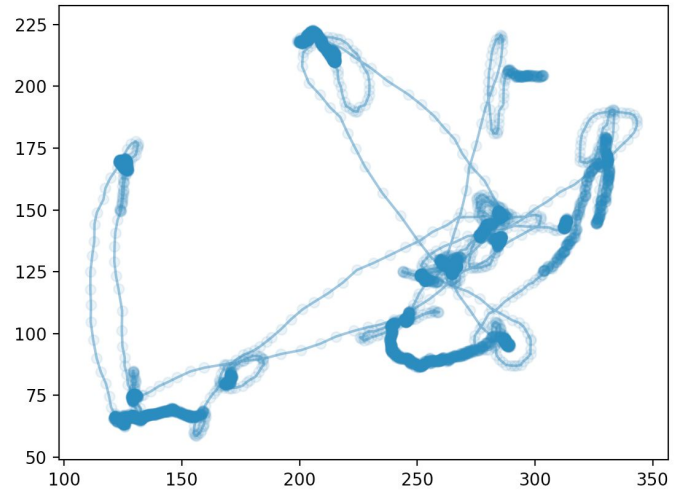


(fonte: <http://www.airett.it>)

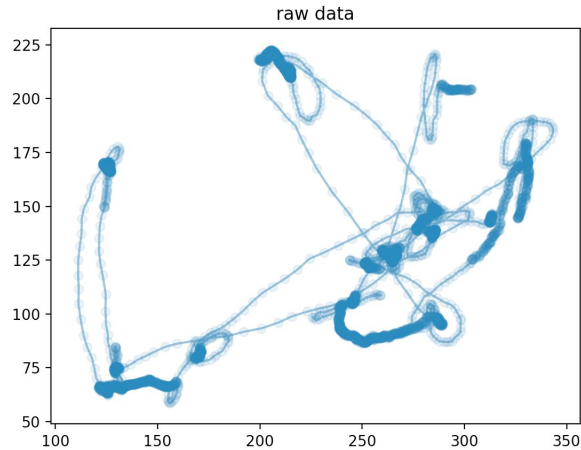
Come sempre... i dati grezzi sono un disastro!

TimeStep	Number	BasePointXLeft	BasePointYLeft	CartXLeft	CartYLeft	DistanceLeft	PointLeft	ValidLeft	BasePointXRight	BasePointYRight	CartXRight	CartYRight	DistanceRight	PointRight
95														
107	3	460.207	251.275	0.752062	0.6274704	619.897	377264	0	410.8024	291.989	0.686102	0.652371	626.4021	349083
122	1	289.792	284.395	0.797174	0.4737801	645.226	249922	0	418.992	299.959	0.694972	0.628688	629.6902	244999
150	2	396.2995	273.9863	0.757994	0.674481	647.8473	372234	0	392.907	301.213	0.6988071	0.691237	638.882	3627684
167	3	462.125	289.7434	0.792334	0.6374816	648.078	378638	0	399.0876	294.983	0.6977963	0.630328	638.6243	3675843
183	4	494.2689	293.4495	0.7588276	0.6722957	693.2076	388428	0	430.381	272.971	0.5972644	0.691323	658.3751	3622689
200	5	452.8651	285.9594	0.7927026	0.6702861	645.9496	381025	0	446.806	284.9191	0.697054	0.693989	620.6989	3624983
216	6	423.9945	249.771	0.793199	0.6271291	645.2988	387429	0	428.7086	274.2897	0.6979006	0.6967238	626.7742	385217
233	7	428.22	294.2387	0.7954297	0.6373948	648.2095	379526	0	426.7341	282.9786	0.6983107	0.6907361	637.6229	3408895
250	8	427.602	285.6433	0.750476	0.6379594	648.4707	374268	0	426.9091	297.4485	0.6906891	0.6901284	658.3939	3687276
265	9	405.0649	242.4397	0.7993765	0.6251654	644.9952	372971	0	442.2943	294.662	0.696912	0.6939327	657.3004	3592839
282	10	423.2855	281.6989	0.7841869	0.620762	619.6196	37887	0	423.749	289.3289	0.6908891	0.6190206	626.8201	3627689
300	11	421.2017	294.9162	0.7942993	0.6389108	648.4205	374898	0	421492	282.8849	0.6999298	0.6197296	626.5621	3588275
316	12	448.3971	283.893	0.7946448	0.639705	648.2444	376974	0	423.6443	278.318	0.6989184	0.6489797	638.6718	3575233
333	13	434.6374	248.5942	0.7942472	0.6393992	644.1935	379258	0	426.3063	271.6594	0.699399	0.6436424	638.6752	3572567
350	14	422.0765	288.4581	0.7946854	0.626728	647.9670	374278	0	428.0817	300.6819	0.6999117	0.6461836	626.241	3591587
368	15	448.8978	327.9783	0.795944	0.6377878	647.6741	378997	0	421.4444	311.2914	0.6999206	0.6806124	626.2962	3586975
383	16	427.7298	385.8631	0.7973799	0.6388888	647.4873	378866	0	422.8543	315.9983	0.698818	0.6489885	638.2288	3577913
400	17	417.0528	397.5499	0.7956284	0.6389398	647.4968	370832	0	415.8666	324.7715	0.6984938	0.6448818	626.3888	3579415
416	18	408.0251	360.9395	0.7954955	0.6266221	647.1691	372607	0	423.6877	385.2695	0.6926217	0.6436000	635.6884	3558283
432	19	411.8933	362.2789	0.7959191	0.6369564	647.0594	372622	0	417.3521	381.463	0.6989112	0.6461406	629.6729	358276
450	20	423.6447	392.9575	0.7933971	0.6262978	648.1691	370867	0	412.9011	375.2178	0.699912	0.6418476	635.6443	3583984
466	21	418.8987	386.8626	0.7933382	0.6367943	648.6292	374448	0	417.0449	379.9876	0.6989814	0.6449544	648.3891	344268
500	22	448.8917	448.7738	0.785884	0.6373288	646.251	378824	0	425.8824	387.2689	0.6989706	0.6959944	634.6805	3528485
516	23	425.5464	360.6934	0.7936324	0.6379661	646.0936	377725	0	424.6974	400.2949	0.6930926	0.6939770	634.6933	3469261
532	24	437.2442	392.8979	0.7936986	0.6257214	646.1202	3724481	0	392.4299	393.4	0.6999206	0.6907096	646.8882	3485287
550	25	392.0437	376.847	0.7948242	0.6272561	645.9999	373822	0	318.7482	392.2916	0.6999206	0.6900002	639.6949	3598673
566	26	393.7777	379.6281	0.7948384	0.627073	645.8844	378026	0	326.4905	388.1813	0.6997646	0.6496888	638.5954	3483303
583	27	390.862	362.2489	0.7959178	0.6389968	646.8396	377604	0	346.1357	395.734	0.6900206	0.6493995	654.3451	3580683
600	28	371.9889	381.8937	0.7955233	0.639926	645.6532	378438	0	333.2999	379.6462	0.6904162	0.6492240	639.6369	359877
616	29	392.739	371.1297	0.7956196	0.6399608	645.6296	378299	0	327.8732	379.6496	0.6907396	0.6482772	639.5887	3614623
632	30	384.7997	378.6232	0.7998824	0.6389934	645.998	387029	0	321.7	398.384	0.6909882	0.6481025	638.6649	3648898
650	31	391.9632	378.7188	0.7962348	0.6367981	645.4198	379741	0	386.1425	393.4398	0.6919951	0.6489773	633.7674	3463294
666	32	392.9431	384.8793	0.7968778	0.6389852	645.7051	379763	0	337.3591	388.3193	0.6919951	0.6492966	638.6389	3648485
683	33	392.9321	390.5932	0.7969166	0.6370528	645.6233	386667	0	343.475	381.8953	0.6919951	0.6490272	639.6887	3694201
700	34	393.8986	386.2641	0.7968806	0.6207781	645.6376	389818	0	316.4277	379.6106	0.6232895	0.6471981	639.8929	3688247
716	35	397.1749	386.8699	0.7911296	0.6389962	646.3962	380702	0	336.7175	406.123	0.6923962	0.6479624	633.6699	3710237
733	36	393.7287	374.8813	0.7974776	0.6379649	646.4586	381949	0	339.8175	384.4662	0.6923962	0.6477964	633.4949	3727637
750	37	392.9839	370.6769	0.7978981	0.637295	645.4071	383826	0	340.0563	371.7394	0.6923962	0.6473011	654.3041	373941
766	38	396.9523	366.0939	0.7878193	0.6377777	645.8932	376767	0	360.0239	400.8162	0.6923962	0.6490202	639.6975	3776271
782	39	446.1983	390.6202	0.7969786	0.629128	645.1001	3799473	0	490.261	399.9862	0.6919951	0.6489947	629.9975	3786378
800	40	416.8951	386.3276	0.798476	0.6389894	646.7892	380818	0	393.899	393.9817	0.692018	0.6489797	639.7027	3786888
816	41	482.7339	390.4748	0.7966415	0.6384882	647.7811	380624	0	487.8249	388.0813	0.6919822	0.6489792	654.3489	3818466

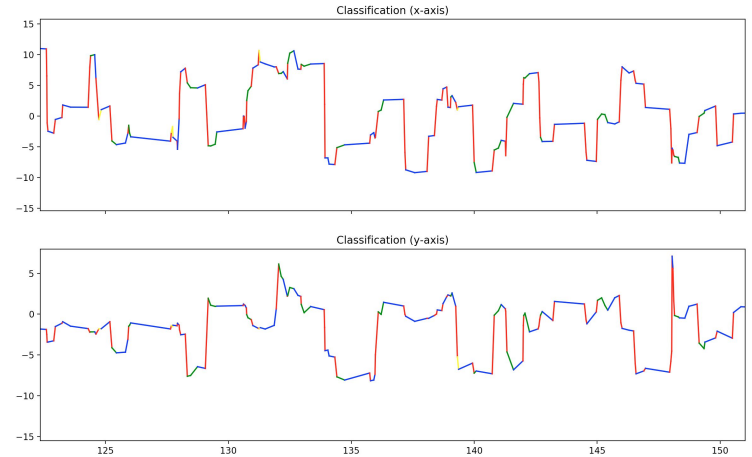
raw data



Identificazione di eventi nei dati grezzi, ovvero gli *atomi* che costituiscono le traiettorie esplorative dello sguardo immerso nel mondo: **fissazioni**, **saccadi**, **PSO**, **inseguimento**.

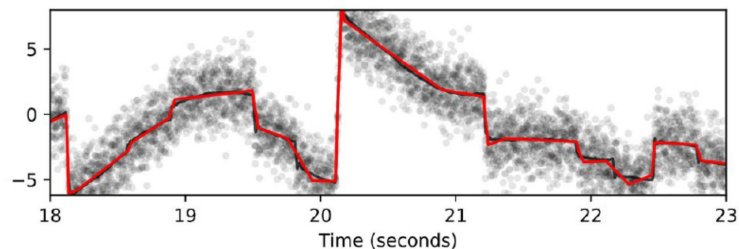


Classificazione



Approccio utilizzato

1. segmentazione e filtraggio del segnale (Naive Segmented Linear Regression (NSLR))

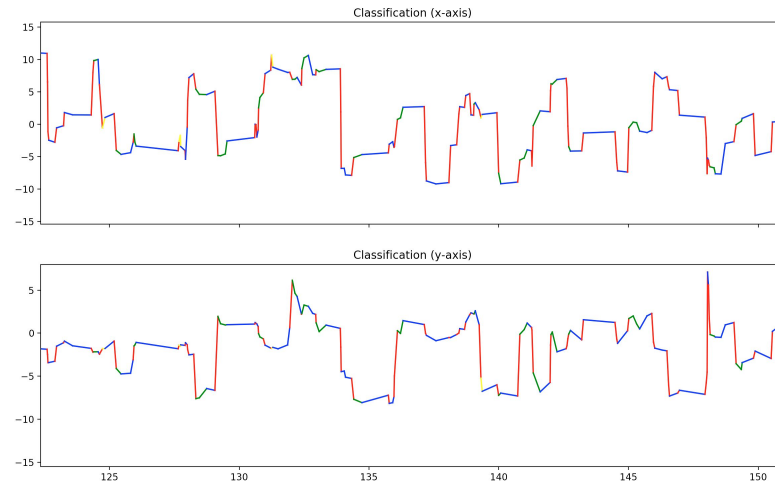
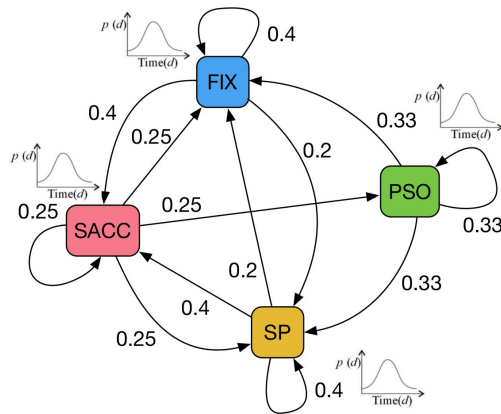


$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{g}}_J(t) &= \mathbf{a}_0 t_0(t) + \mathbf{b}_0, & t[j_0] \leq t < t[j_1 - 1] \\ \hat{\mathbf{g}}_J(t) &= \mathbf{a}_1 t_1(t) + \mathbf{b}_1, & t[j_1] \leq t < t[j_2 - 1] \\ &\vdots & \vdots \\ \hat{\mathbf{g}}_J(t) &= \mathbf{a}_m t_m(t) + \mathbf{b}_m, & t[j_m] \leq t < t_e,\end{aligned}$$

Jami Pekkanen e Otto Lappi. A new and general approach to signal denoising and eye movement classification based on segmented linear regression. Scientific reports, 7(1):17726, 2017.

Approccio utilizzato

2. classificazione con modello semi-markoviano (**Hidden semi-Markov Model**) per ogni soggetto



Valutazione

Dataset [Vig et al., 2012]

- Registrazioni effettuate su **soggetti tipici**.
- Calibrazione effettuata **su ogni soggetto**.
- Soggetti **fermi** durante la registrazione (testa bloccata).



"Actions in Context" Marszałek et al. CVPR'09

Valutazione

Dataset RETT

- RegISTRAZIONI effettuate su soggetti affetti da **sindrome di Rett**.
- Calibrazione effettuata su **soggetti terzi**.
- **Continui movimenti** della testa o **mancanza di attenzione** da parte dei soggetti coinvolti.





Conclusioni

- Natura del segnale analizzato rende la classificazione **particolarmente complessa**.
- **Personalizzazione** del processo di classificazione in fase di learning del modello.
- **Ottimi risultati** quantitativi e qualitativi della classificazione sui dataset presi in considerazione.
- Algoritmo **attualmente in uso** nei comunicatori dell'associazione, in versione "online".