

# بهبود فرآیند استخراج سیگنال فتوپلیتیسموگرافی به صورت راه دور با استفاده از تشخیص وزن دار نواحی پوست صورت و بدن

زهرا ملکی  
دپارتمان مهندسی برق  
دانشگاه صنعتی شریف  
استاد راهنما: دکتر خلیج  
استاد درس: دکتر اقلیدس



۱ مقدمه

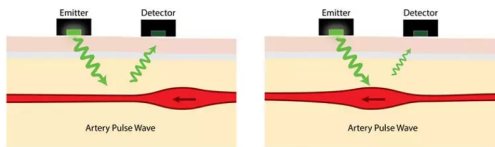
۲ مروری بر ادبیات

۳ متود و نتایج

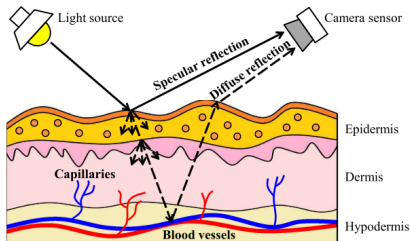
۴ جمع بندی

## مقدمه

# فتوپلتیسموگرافی از راه دور (rPPG)

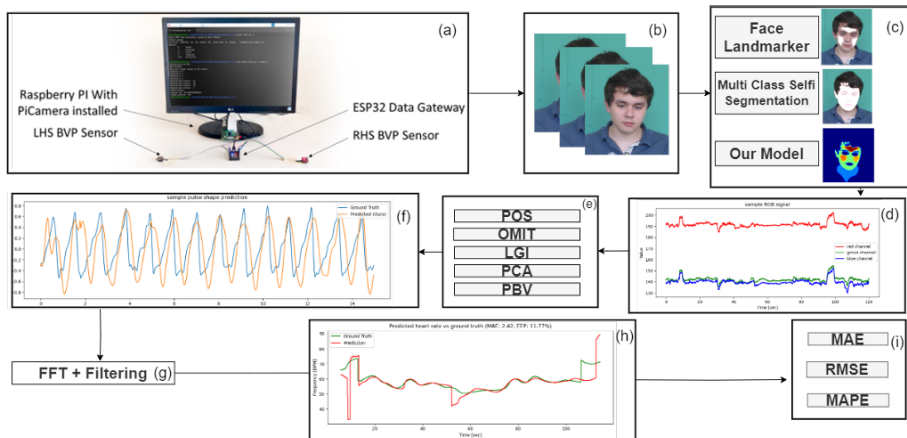


شکل ۲: استخراج با استفاده از سنسور [۱]



شکل ۱: استخراج سیگنال از راه دور [۱]

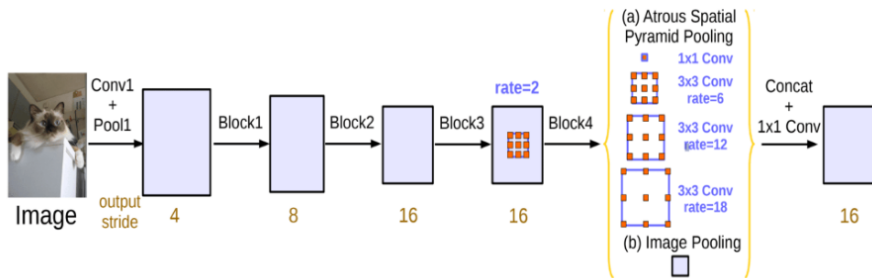
# کلیت پروژه



شکل ۳: مراحل استخراج سیگنال از جمع آوری داده تا سنجش ضربان قلب

## مروری بر ادبیات

# روش های مبتنی بر یادگیری عمیق

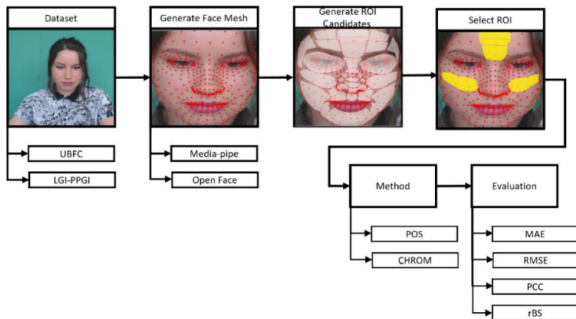


شکل ۴: شماتیکی از مدل DeepLab [۵]

# مدیا پایپ



شکل ۶: مدل Multi-class selfie segmentation [۱۰]



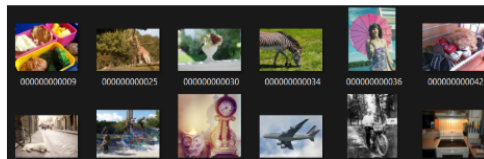
شکل ۵: مدل Land-marker [۳]



متود و نتایج

# یادگیری و خروجی مدل

COCO:

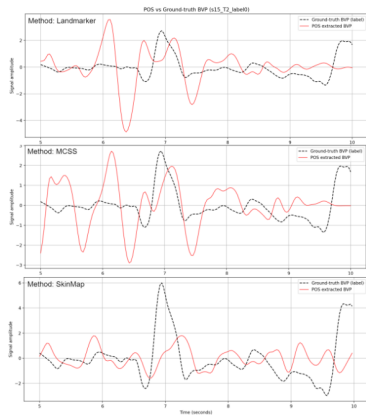


شکل ۷: درست کردن یک دیتاست از تصاویر برای مرحله یادگیری مدل [۱۰]

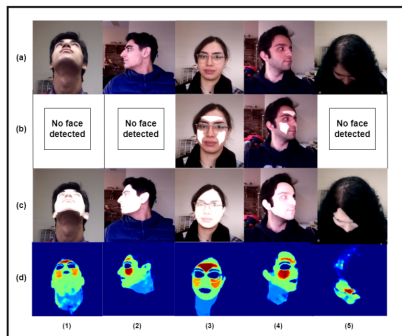


شکل ۸: نمونه هایی از خروجی مدل نهایی

# نتایج



شکل ۱۰: سیگنال استخراج شده با استفاده از مدل ما در مقایسه با دو مدل مدیاپایپ در شرایط چرخش سر شدید



شکل ۹: نمونه از دیتاست جمع آوری شده و خروجی مدل ما در مقایسه با دو مدل مدیاپایپ

Dataset	Scenario	Metric	Models							
			Spatial Average [33]	Landmarker	MCSS	Full-body	DsapPhys [12]	EfficientPhys [34]	PhysFormer [66]	SkinMap (ours)
SYNC+PPG	Rest	MAE ↓	11.34±2.48	10.02±2.81	11.51±3.16	10.55±2.15	5.89±2.97	<b>1.85±0.61</b>	11.87±2.48*	6.86±1.62
		RMSE ↓	15.86±9.63	16.08±11.37	18.24±11.91	14.26±18.60	14.54±12.31	3.31±2.27	16.24±9.54	9.97±5.54
		MAPE ↓	15.41±3.59	13.92±4.51	16.41±4.93	14.72±3.44	6.98±3.33	2.39±0.78	16.49±3.89	9.09±2.15
		PCC ↑	-0.04±0.24	0.11±0.23	0.20±0.23	0.039±0.236	0.233±0.229	0.933±0.085	-0.042±0.235	0.497±0.205
		SNR (dB) ↑	-5.49±0.45	-4.82±0.45	-4.75±0.43	-4.74±0.52	-1.66±0.74	-1.44±0.64	-5.21±0.43	-4.20±0.51
	Talking	MAE ↓	13.45±2.39	13.54±2.59	12.83±2.40	<b>12.30±2.04</b>	29.53±4.44*	22.85±4.28	12.39±2.55	12.66±2.17
		RMSE ↓	17.16±9.50	17.81±9.92	16.74±9.31	15.31±8.63	35.59±16.91	29.81±15.64	16.85±9.28	15.95±9.33
		MAPE ↓	15.44±2.72	14.86±2.53	14.35±2.52	13.75±2.11	31.41±4.38	24.65±4.26	13.96±2.97	14.42±2.31
		PCC ↑	0.243±0.229	0.31±0.22	0.32±0.22	0.439±0.212	-0.281±0.226	-0.262±0.227	0.128±0.234	0.242±0.229
		SNR (dB) ↑	-6.57±0.51	-6.09±0.56	-6.34±0.64	-6.21±0.59	-8.35±0.77	-7.24±0.70	-5.95±0.34	-6.15±0.67
Head Rotation	MAE ↓	14.85±2.10	24.17±3.51	13.80±1.92	13.45±2.47	27.25±2.36*	21.45±3.18	15.21±2.71	<b>11.95±1.13</b>	
	RMSE ↓	17.58±8.32	28.82±14.04	16.25±7.91	17.41±9.88	29.22±11.35	25.74±12.80	19.44±10.63	15.29±8.17	
	MAPE ↓	19.18±2.93	31.30±4.39	17.74±2.57	17.65±3.40	34.05±2.51	27.80±4.44	20.50±4.24	14.99±2.59	
	PCC ↑	-0.028±0.236	0.50±0.20	0.03±0.24	0.170±0.232	-0.072±0.235	-0.335±0.222	0.107±0.234	0.343±0.221	
	SNR (dB) ↑	-6.25±0.38	unstable	-6.90±0.47	-5.62±0.44	-9.35±0.60	-7.77±0.48	-6.07±0.41	-5.82±0.49	
After Exercise	MAE ↓	36.47±4.86	29.53±5.33	32.70±5.27	33.05±4.89	45.18±9.34*	37.88±7.69	<b>28.56±5.67</b>	32.96±4.64	
	RMSE ↓	42.46±17.89	37.96±18.98	40.31±19.11	39.62±18.05	61.53±31.25	51.16±25.13	38.21±20.06	38.94±17.70	
	MAPE ↓	29.05±3.38	22.95±3.80	25.77±3.54	25.82±3.29	34.82±7.63	28.44±5.49	21.98±3.95	26.11±3.07	
	PCC ↑	0.241±0.229	0.00±0.24	-0.47±0.21	0.033±0.236	-0.317±0.224	-0.450±0.210	-0.038±0.236	0.312±0.224	
	SNR (dB) ↑	-10.77±0.95	-9.64±1.03	-10.18±1.05	-10.02±0.83	-8.65±1.08	-7.34±0.92	-8.92±1.03	-9.49±0.88	
UBFC-Phys	Rest	MAE ↓	4.91±1.23	5.13±1.55	5.28±1.52	4.65±1.10	5.57±1.41	<b>3.75±0.98</b>	6.25±1.46*	5.18±1.36
		RMSE ↓	10.13±6.50	12.29±8.53	12.19±8.52	9.19±5.72	11.20±6.57	7.63±1.57	11.87±7.12	10.86±6.95
		MAPE ↓	6.88±1.89	6.83±2.43	7.03±2.41	5.98±1.64	7.47±2.02	5.34±1.52	8.97±2.27	7.27±2.07
		PCC ↑	0.751±0.093	0.577±0.116	0.597±0.113	0.770±0.090	0.718±0.105	0.834±0.083	0.678±0.108	0.717±0.102
		SNR (dB) ↑	0.69±0.71	2.82±0.90	3.06±0.87	2.04±0.91	0.322±0.771	0.71±0.75	-0.75±0.84	0.37±0.80
	Talking	MAE ↓	12.75±1.80	25.00±2.72*	24.85±2.80	16.09±2.01	19.45±2.37	16.91±2.11	18.19±1.95	<b>12.04±1.73</b>
		RMSE ↓	18.20±9.03	31.77±14.53	32.03±13.29	21.64±10.36	25.10±10.69	22.46±10.25	21.98±9.48	17.35±8.90
		MAPE ↓	18.38±3.07	35.87±4.80	35.38±4.44	22.24±2.90	24.31±2.94	23.51±3.42	25.33±3.21	16.82±2.88
		PCC ↑	0.143±0.140	-0.262±0.136	-0.073±0.141	0.193±0.139	-0.062±0.152	-0.126±0.145	0.214±0.158	0.124±0.140
		SNR (dB) ↑	-5.14±0.41	-7.42±0.54	-6.18±0.57	-6.30±0.54	-6.14±0.43	-5.53±0.43	-6.24±0.38	-5.19±0.40
	Arithmetic	MAE ↓	10.31±1.62	22.13±2.51*	20.51±2.27	19.89±2.08	13.18±1.87	12.19±1.89	16.44±2.12	<b>10.12±1.61</b>
		RMSE ↓	15.68±7.74	28.72±12.60	26.34±11.57	24.99±10.63	18.68±9.31	21.94±9.39	21.94±10.02	15.46±7.91
		MAPE ↓	15.06±2.70	35.88±4.84	33.45±4.56	31.37±4.21	16.86±2.26	17.56±3.00	23.29±3.24	14.72±2.70
		PCC ↑	0.325±0.132	-0.166±0.138	0.152±0.138	-0.044±0.140	0.436±0.130	0.248±0.141	-0.024±0.149	0.394±0.129
		SNR (dB) ↑	-4.57±0.36	-6.57±0.60	-6.76±0.59	-6.13±0.54	-4.83±0.44	-4.00±0.47	-5.38±0.34	-4.17±0.36

شکل ۱۱: نتایج روی دیتاست‌ها و مدل‌های مختلف

# عملکرد مدل

Dataset	Landmarker		MCSS		SkinMap	
	RMSE	MPCC	RMSE	MPCC	RMSE	MPCC
S*-rest	1.42	0.32	0.97	0.32	1.57	0.26
S*-talk	2.29	0.29	2.43	<b>0.25</b>	<b>1.78</b>	0.26
S*-rotation	2.16	0.28	2.59	0.24	<b>1.15</b>	<b>0.37</b>
S*-exercise	2.16	0.29	2.73	0.25	2.72	0.24

شکل ۱۲: مقایسه عملکرد مدل

Datasets	SYNC-rPPG	UBFC1	UBFC2
Average FPS	211.85	226.99	220.72
Average Latency (ms)	6.65	5.47	5.42

شکل ۱۳: مقایسه زمان اجرای مدل

جمع بندی

## در یک نگاه

رویکرد: تشخیص دقیق تمامی نواحی پوست قابل مشاهده با وزن دهی اتوماتیک وابسته به الویت ناحیه و شرایط نوری و زاویه نسبت به دوربین با آموزش یک مدل مبتنی بر یادگیری عمیق برای استفاده در مراحل استخراج ضربان قلب از راه دور

داده ها: جمع آوری مجموعه از داده های همزمان ویدیو و سیگنال تحت شرایط نوری و حرکتی متفاوت (ساکن، درحال مکالمه، حرکت سر شدید، ریکاوری بعد از ورزش)

استخراج: با استفاده از ماسک تعیین شده از نواحی پوست برای هر فریم ویدیو استخراج سیگنال رنگی و تبدیل به سیگنال فتوپلتیسموگرافی برای تعیین ضربان قلب

نتیجه: با استفاده از این مدل دقت و اطمینان در نظارت بر ضربان قلب به صورت از راه دور بهبود می یابد.

- [۱] W. Wang et al., “Remote PPG,” IEEE TBME, : (۷)۶۴, ۱۴۹۱–۱۴۷۹. ۲۰۱۷
- [۲] D.-Y. Kim et al., “ROI for rPPG,” IEEE Access, : ۸, ۱۲۳۴۶۷–۱۲۳۴۵۶. ۲۰۲۰
- [۳] R. Khan et al., “Skin Detection in Videos,” in Proc. ICPR, pp. ۴–۱. ۲۰۱۰
- [۴] M. Scherpf et al., “Skin Segmentation for PPG,” IEEE JBHI, : (۲)۲۵, ۴۶۷–۴۵۶. ۲۰۲۱
- [۵] L.-C. Chen et al., “Atrous Convolution,” ۲۰۱۷ [Online]. Available: [arxiv.org/abs/1706.05587](https://arxiv.org/abs/1706.05587).
- [۶] “Face۲PPG,” ۲۰۲۰ [Online]. Available: [arxiv.org/abs/2006.01054](https://arxiv.org/abs/2006.01054).
- [۷] M. Fleck et al., “Skin Detection,” IEEE TPAMI, : (۴)۲۲, ۴۰۶–۳۹۳. ۲۰۰۰
- [۸] What can interfere with baby monitor signal? [Online]. Available: <https://example.com/what-can-interfere-baby-monitor-signal>.
- [۹] iStock by Getty Images. [Online]. Available: <https://www.istockphoto.com>.
- [۱۰] T.-Y. Lin et al., “Microsoft COCO,” CoRR, abs/۱۴۰۵.۰۳۱۲. ۲۰۱۴