

Automated Identification of Red Blood Cells in Optical Microscope Images of Blood Smears Using Various Color Segmentation Methods

Samer I. AWAD*, Rula G. ABDALLAT, Othman A. SMADI, Thakir D. ALMOMANI, and Salah M. ALZGHOUL

Appendix A

Table 1. Contrast calculations for 36 RBC samples using the color layers of RGB, HSV, and CMYK color models along with grayscale (GS).

Image no.	R	G	B	H	S	V	C	M	Y	K	GS
1	0.043	0.106	0.090	0.337	0.616	0.048	0.090	0.261	0.131	0.994	0.085
2	0.046	0.107	0.092	0.383	0.677	0.050	0.097	0.257	0.141	0.997	0.086
3	0.042	0.107	0.094	0.248	0.640	0.051	0.088	0.265	0.144	0.996	0.086
4	0.046	0.104	0.092	0.198	0.603	0.056	0.093	0.252	0.145	0.997	0.085
5	0.035	0.093	0.086	0.144	0.661	0.039	0.059	0.201	0.125	0.811	0.074
6	0.033	0.093	0.089	0.080	0.658	0.041	0.056	0.202	0.136	0.850	0.074
7	0.041	0.110	0.101	0.187	0.691	0.049	0.069	0.231	0.144	0.892	0.087
8	0.035	0.100	0.095	0.103	0.635	0.046	0.057	0.214	0.142	0.859	0.079
9	0.037	0.110	0.100	0.047	0.572	0.044	0.058	0.244	0.130	0.826	0.086
10	0.032	0.098	0.090	0.106	0.625	0.037	0.055	0.222	0.126	0.829	0.076
11	0.037	0.111	0.103	0.168	0.688	0.043	0.062	0.238	0.142	0.848	0.087
12	0.042	0.120	0.115	0.118	0.746	0.046	0.066	0.236	0.163	0.850	0.095
13	0.040	0.047	0.044	0.093	0.057	0.040	0.072	0.172	0.068	0.624	0.045
14	0.051	0.066	0.061	0.158	0.123	0.051	0.094	0.194	0.093	0.744	0.061
15	0.046	0.059	0.050	0.159	0.052	0.046	0.085	0.185	0.068	0.685	0.054
16	0.038	0.046	0.042	0.056	0.048	0.038	0.073	0.173	0.065	0.651	0.043
17	0.040	0.053	0.042	0.177	0.019	0.040	0.058	0.158	0.040	0.355	0.048
18	0.043	0.056	0.045	0.108	0.023	0.043	0.061	0.161	0.042	0.376	0.051
19	0.048	0.064	0.057	0.165	0.056	0.048	0.071	0.171	0.058	0.436	0.058
20	0.048	0.062	0.052	0.162	0.022	0.048	0.072	0.172	0.048	0.421	0.057
21	0.043	0.061	0.048	0.074	0.049	0.043	0.062	0.162	0.046	0.451	0.054
22	0.038	0.043	0.036	0.044	0.013	0.038	0.058	0.158	0.038	0.375	0.040
23	0.033	0.042	0.032	0.010	0.005	0.033	0.059	0.159	0.034	0.462	0.038
24	0.047	0.057	0.052	0.075	0.049	0.047	0.064	0.164	0.057	0.374	0.054
25	0.025	0.087	0.069	0.470	0.245	0.025	0.038	0.208	0.057	0.657	0.065
26	0.027	0.086	0.074	0.413	0.283	0.027	0.049	0.215	0.085	0.785	0.066
27	0.024	0.084	0.071	0.458	0.273	0.024	0.047	0.219	0.082	0.843	0.064
28	0.029	0.093	0.076	0.313	0.294	0.029	0.051	0.225	0.082	0.762	0.071
29	0.032	0.102	0.086	0.186	0.314	0.032	0.059	0.245	0.096	0.842	0.078
30	0.031	0.101	0.083	0.501	0.309	0.031	0.036	0.209	0.073	0.613	0.077
31	0.035	0.105	0.092	0.473	0.287	0.035	0.047	0.218	0.089	0.672	0.081
32	0.045	0.124	0.105	0.569	0.322	0.046	0.069	0.267	0.102	0.771	0.097
33	0.028	0.088	0.066	0.466	0.196	0.028	0.029	0.171	0.043	0.421	0.066
34	0.028	0.084	0.063	0.421	0.178	0.028	0.032	0.170	0.043	0.444	0.064
35	0.026	0.076	0.053	0.351	0.147	0.026	0.034	0.159	0.033	0.445	0.057
36	0.018	0.059	0.039	0.335	0.114	0.018	0.023	0.130	0.020	0.351	0.044
Mean	0.037	0.083	0.072	0.232	0.314	0.039	0.061	0.202	0.087	0.675	0.068
S. D.	0.008	0.024	0.023	0.159	0.261	0.009	0.019	0.038	0.042	0.215	0.017

Table 2. The UCR and OCR values for RBC counting using the magenta (M), green (G), grayscale (GS), and key (K) color layers for 52 blood smear images.

Image no.	UCR				OCR			
	M	G	GS	K	M	G	GS	K
1	2.20	2.20	2.20	3.30	0.00	1.10	0.00	0.00
2	4.17	6.25	5.21	7.29	0.00	1.04	0.00	0.00
3	2.91	5.83	5.83	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4.81	5.77	6.73	8.65	0.00	0.00	0.00	0.00
5	10.99	9.89	13.19	10.99	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6.86	9.80	9.80	12.75	0.00	0.00	0.00	0.00
7	10.19	12.96	13.89	23.15	0.00	0.00	1.85	0.93
8	5.05	4.04	10.10	26.26	2.02	2.02	7.07	2.02
9	1.98	1.98	1.98	1.98	0.00	0.00	0.99	0.99
10	1.06	1.06	2.13	3.19	1.06	0.00	1.06	0.00
11	11.49	14.94	17.24	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00
12	2.08	5.21	6.25	5.21	1.04	1.04	0.00	1.04
13	4.55	3.41	5.68	6.82	0.00	0.00	0.00	0.00
14	3.09	4.12	5.15	7.22	0.00	0.00	0.00	0.00
15	4.35	8.70	9.78	13.04	0.00	0.00	0.00	0.00
16	1.15	2.30	9.20	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00
17	2.30	2.30	3.45	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00
18	5.32	3.19	3.19	3.19	0.00	0.00	0.00	0.00
19	2.22	10.00	10.00	12.22	0.00	0.00	0.00	0.00
20	2.11	2.11	2.11	10.53	0.00	0.00	1.05	0.00
21	3.03	4.04	4.04	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00
22	2.17	2.17	2.17	3.26	1.09	1.09	1.09	0.00
23	3.80	5.06	6.33	7.59	0.00	0.00	0.00	0.00
24	6.17	8.64	6.17	7.41	0.00	1.23	0.00	0.00
25	1.94	2.91	2.91	1.94	0.00	0.00	0.00	0.00
26	5.05	4.04	6.06	5.05	0.00	0.00	0.00	0.00
27	4.81	5.77	8.65	8.65	0.00	0.00	0.00	0.00
28	5.71	6.67	5.71	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00
29	5.61	7.48	6.54	9.35	0.00	0.00	0.00	0.00
30	6.14	7.89	7.89	8.77	0.00	0.00	0.00	0.88
31	3.81	6.67	9.52	8.57	0.00	0.00	0.00	0.00
32	8.82	4.90	5.88	6.86	0.00	0.00	0.00	0.98
33	2.22	3.33	3.33	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00
34	6.73	8.65	8.65	9.62	0.00	0.00	0.00	0.00
35	5.15	5.15	9.28	10.31	0.00	0.00	0.00	2.06
36	4.76	6.67	7.62	10.48	0.00	0.00	0.95	0.95
37	10.09	12.84	12.84	13.76	0.00	0.00	0.00	0.00
38	4.26	5.32	5.32	5.32	0.00	0.00	0.00	0.00
39	12.61	13.51	19.82	15.32	0.00	0.00	0.90	0.90
40	3.00	3.00	4.00	6.00	0.00	0.00	1.00	0.00
41	20.18	19.27	21.10	22.94	0.00	0.00	0.92	0.00
42	6.19	8.85	5.31	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00
43	13.59	13.59	15.53	23.30	0.00	0.00	0.00	0.00
44	4.81	5.77	3.85	13.46	0.00	0.00	0.00	0.00
45	1.11	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	1.25	1.25	1.25	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00
47	1.22	4.88	9.76	6.10	1.22	1.22	1.22	0.00
48	2.17	2.17	4.35	6.52	0.00	0.00	0.00	0.00
49	0.00	0.00	3.85	2.56	0.00	0.00	1.28	0.00
50	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00	0.00
51	2.20	6.59	9.89	19.78	0.00	0.00	0.00	0.00
52	0.00	1.16	4.65	15.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Mean	4.76	5.88	7.09	8.97	0.12	0.19	0.37	0.21
S. D.	3.90	4.14	4.60	6.01	0.40	0.47	1.06	0.49