

MINEX

Performance and Interoperability of the INCITS 378 Fingerprint Template

Supplement E: Matching Same-Source Templates

Patrick Grother
Michael McCabe
Craig Watson
Mike Indovina
Wayne Salamon
Patricia Flanagan
Elham Tabassi
Elaine Newton
Charles Wilson

National Institute of Standards and Technology

March 21, 2006

This document is a supplement to the [MINEX Evaluation Report](#)

List of Tables

1	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on POEBVA	2
2	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on POEBVA	3
3	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on DHS2	4
4	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on DHS2	5
5	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on POE	6
6	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on POE	7
7	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on DOS	8
8	Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on DOS	9

NF = 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0136	0.0276	0.0211	0.0193	0.0192	0.0210	0.0184	0.0385	0.0215	0.0741	0.5411	0.0380	0.0319	0.0358	0.0245	4
B	0.0136	0.0549	0.0458	0.0225	0.0641	0.0459	0.0417	0.0834	0.0334	0.1707	0.0747	0.0659	0.0792	0.0966		
C	0.0158	0.0251	0.0260	0.0206	0.0205	0.0260	0.0159	0.0475	0.0156	0.0583	0.6969	0.0293	0.0240	0.0419	0.0255	5
D	0.0218	0.0251	0.0385	0.0173	0.0402	0.0382	0.0192	0.1136	0.0336	0.1501	0.1599	0.0506	0.0442	0.0561		
E	0.0183	0.0211	0.0225	0.0190	0.0194	0.0224	0.0151	0.0774	0.0163	0.0566	0.6425	0.0316	0.0242	0.0358	0.0224	3
F	0.0357	0.0428	0.0225	0.0204	0.0519	0.0225	0.0348	0.1969	0.0484	0.3034	0.2451	0.0743	0.0493	0.0691		
G	0.0207	0.0357	0.0301	0.0140	0.0485	0.0303	0.0316	0.0945	0.0392	0.2013	0.4775	0.0299	0.0241	0.0323	0.0200	1
H	0.0221	0.0321	0.0265	0.0300	0.0301	0.0266	0.0276	0.0451	0.0334	0.0771	0.0643	0.0493	0.0443	0.0445	0.0327	8
I	0.0236	0.0365	0.0340	0.0225	0.0301	0.0341	0.0286	0.0874	0.0476	0.1885	0.0896	0.0600	0.0557	0.0397		
J	0.0186	0.0209	0.0223	0.0190	0.0196	0.0224	0.0150	0.0783	0.0165	0.0561	0.6418	0.0314	0.0242	0.0361	0.0223	2
K	0.0359	0.0430	0.0222	0.0206	0.0522	0.0224	0.0345	0.1967	0.0485	0.3038	0.2456	0.0743	0.0493	0.0686		
L	0.0191	0.0277	0.0271	0.0241	0.0254	0.0270	0.0129	0.0412	0.0193	0.0758	0.1353	0.0349	0.0295	0.0416	0.0274	6
M	0.0300	0.0291	0.0447	0.0205	0.0390	0.0441	0.0129	0.0905	0.0441	0.1747	0.1632	0.0559	0.0419	0.0526		
N	0.0728	0.0888	0.0940	0.0809	0.1104	0.0938	0.1211	0.1027	0.0889	1.0000	0.9147	0.1220	0.1201	0.1147	0.1066	14
O	0.0437	0.1336	0.1212	0.0656	0.1860	0.1215	0.1339	0.1027	0.0796	1.0000	0.1748	0.1181	0.1818	0.2296		
P	0.0422	0.0509	0.0541	0.0530	0.0522	0.0540	0.0314	0.1674	0.0348	0.1193	0.6502	0.0650	0.0542	0.0830	0.0541	12
Q	0.0397	0.0806	0.0830	0.0518	0.1062	0.0828	0.0548	0.2227	0.0348	0.2470	0.2756	0.0791	0.1030	0.1383		
R	0.0518	0.0797	0.0823	0.0725	0.0683	0.0826	0.0618	0.1320	0.0512	0.1505	0.9960	0.0810	0.0758	0.0918	0.0803	13
S	0.0403	0.0602	0.0939	0.0455	0.0987	0.0943	0.0489	0.2852	0.0542	0.1505	0.7314	0.0773	0.1026	0.1169		
T	0.0188	0.0593	0.0476	0.0280	0.0661	0.0467	0.0428	0.0790	0.0400	0.1920	0.0461	0.0770	0.0885	0.0357	0.0297	7
U	0.0348	0.0412	0.0460	0.0446	0.0493	0.0461	0.0265	0.0910	0.0333	0.0858	0.7207	0.0524	0.0452	0.0688	0.0460	11
V	0.0467	0.0558	0.0704	0.0428	0.0822	0.0708	0.0432	0.1640	0.0485	0.1901	0.2375	0.0524	0.0866	0.0938		
W	0.0274	0.0321	0.0381	0.0302	0.0354	0.0383	0.0223	0.0753	0.0238	0.0689	0.7907	0.0457	0.0359	0.0574	0.0370	10
X	0.0496	0.0493	0.0455	0.0307	0.0545	0.0454	0.0327	0.2066	0.0616	0.3022	0.3929	0.0868	0.0359	0.0855		
Y	0.0285	0.0327	0.0330	0.0337	0.0358	0.0331	0.0308	0.0502	0.0316	0.0695	0.0663	0.0509	0.0451	0.0486	0.0348	9
Z	0.0368	0.0436	0.0428	0.0293	0.0458	0.0428	0.0393	0.1019	0.0497	0.1945	0.0865	0.0682	0.0621	0.0486		
Median	0.0215	0.0316	0.0268	0.0291	0.0277	0.0268	0.0217	0.0628	0.0250	0.0739	0.6421	0.0424	0.0347	0.0432		
Rank	1	8	4	7	6	5	2	12	3	13	14	10	9	11		

Table 1: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on POEBVA .

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A .

NF = 2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0011	0.0037	0.0021	0.0022	0.0018	0.0021	0.0016	0.0068	0.0025	0.0222	0.3409	0.0067	0.0056	0.0033	0.0029	2
B	0.0011	0.0092	0.0080	0.0021	0.0130	0.0079	0.0049	0.0248	0.0049	0.0755	0.0292	0.0161	0.0213	0.0210		
C	0.0014	0.0024	0.0037	0.0025	0.0023	0.0038	0.0017	0.0103	0.0012	0.0107	0.5179	0.0039	0.0028	0.0057	0.0033	5
D	0.0027	0.0024	0.0072	0.0018	0.0073	0.0071	0.0017	0.0456	0.0049	0.0589	0.0588	0.0105	0.0083	0.0096		
E	0.0052	0.0032	0.0032	0.0025	0.0026	0.0032	0.0039	0.0202	0.0015	0.0110	0.4577	0.0045	0.0032	0.0046	0.0032	4
F	0.0011	0.0022	0.0021	0.0013	0.0018	0.0021	0.0019	0.0053	0.0015	0.0114	0.1048	0.0177	0.0099	0.0133	0.0021	1
G	0.0021	0.0046	0.0045	0.0013	0.0097	0.0044	0.0035	0.0325	0.0062	0.0877	0.0442	0.0154	0.0126	0.0103		
H	0.0026	0.0068	0.0034	0.0052	0.0045	0.0035	0.0037	0.0107	0.0059	0.0259	0.0170	0.0120	0.0106	0.0057	0.0058	7
I	0.0025	0.0061	0.0056	0.0028	0.0045	0.0054	0.0035	0.0280	0.0102	0.0900	0.0362	0.0163	0.0147	0.0053		
J	0.0021	0.0024	0.0031	0.0023	0.0027	0.0031	0.0014	0.0204	0.0015	0.0113	0.4572	0.0045	0.0032	0.0047	0.0031	3
K	0.0054	0.0060	0.0032	0.0025	0.0103	0.0031	0.0038	0.0855	0.0081	0.1597	0.1058	0.0177	0.0097	0.0131		
L	0.0021	0.0027	0.0036	0.0029	0.0030	0.0036	0.0007	0.0084	0.0018	0.0168	0.0411	0.0046	0.0034	0.0052	0.0035	6
M	0.0040	0.0032	0.0085	0.0022	0.0061	0.0085	0.0007	0.0308	0.0068	0.0715	0.0693	0.0116	0.0074	0.0084	0.0364	14
N	0.0195	0.0279	0.0316	0.0218	0.0370	0.0318	0.0407	0.0422	0.0282	1.0000	0.8470	0.0446	0.0441	0.0358		
Median	0.0084	0.0421	0.0393	0.0143	0.0767	0.0395	0.0384	0.0422	0.0210	0.9999	0.0724	0.0413	0.0753	0.0831	0.0134	12
Rank	0.0092	0.0100	0.0139	0.0129	0.0116	0.0139	0.0041	0.0702	0.0056	0.0384	0.4521	0.0142	0.0117	0.0199	0.0205	13
	0.0073	0.0184	0.0252	0.0100	0.0333	0.0249	0.0083	0.1137	0.0056	0.1206	0.1170	0.0207	0.0313	0.0415	0.0068	9
	0.0160	0.0195	0.0205	0.0204	0.0166	0.0208	0.0116	0.0542	0.0103	0.0640	0.9921	0.0219	0.0203	0.0213	0.0109	11
	0.0077	0.0119	0.0259	0.0082	0.0276	0.0257	0.0070	0.1572	0.0103	0.0640	0.5736	0.0198	0.0296	0.0297	0.0068	8
	0.0022	0.0078	0.0062	0.0074	0.0027	0.0062	0.0023	0.0265	0.0036	0.0282	0.0275	0.0264	0.0257	0.0049		
	0.0018	0.0130	0.0108	0.0051	0.0134	0.0109	0.0049	0.0280	0.0068	0.0929	0.0275	0.0270	0.0313	0.0234		
	0.0079	0.0078	0.0105	0.0120	0.0114	0.0104	0.0035	0.0317	0.0059	0.0246	0.5553	0.0113	0.0093	0.0141	0.0109	11
	0.0115	0.0109	0.0218	0.0097	0.0258	0.0213	0.0066	0.0795	0.0105	0.0861	0.1123	0.0113	0.0267	0.0254		
	0.0052	0.0045	0.0081	0.0056	0.0064	0.0082	0.0026	0.0223	0.0030	0.0158	0.6544	0.0085	0.0061	0.0110	0.0072	10
	0.0099	0.0096	0.0106	0.0049	0.0116	0.0108	0.0039	0.1007	0.0134	0.1573	0.1929	0.0247	0.0061	0.0211		
	0.0042	0.0077	0.0086	0.0062	0.0062	0.0055	0.0044	0.0128	0.0055	0.0188	0.0168	0.0113	0.0094	0.0081	0.0062	8
	0.0063	0.0077	0.0086	0.0042	0.0094	0.0087	0.0056	0.0368	0.0104	0.0862	0.0353	0.0169	0.0157	0.0081		
	0.0024	0.0050	0.0046	0.0054	0.0037	0.0047	0.0024	0.0203	0.0033	0.0205	0.4546	0.0099	0.0077	0.0057		
	1	7	5	8	4	6	2	12	3	13	14	11	10	9		

Table 2: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on POEBVA .

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A .

NF = 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0359	0.0528	0.0451	0.0401	0.0393	0.0451	0.0372	0.0704	0.0415	0.1259	0.6112	0.0628	0.0597	0.0618	0.0489	7
B	0.0359	0.0817	0.0842	0.0469	0.1066	0.0844	0.0627	0.1430	0.1545	0.2132	0.1060	0.1484	0.2757	0.1322		
C	0.0318	0.0442	0.0423	0.0352	0.0354	0.0424	0.0278	0.0659	0.0277	0.1007	0.7012	0.0454	0.0411	0.0621	0.0424	3
D	0.0451	0.0442	0.0658	0.0353	0.0761	0.0656	0.0375	0.1673	0.1574	0.2054	0.2027	0.1366	0.2342	0.0788		
E	0.0452	0.0498	0.0456	0.0432	0.0421	0.0457	0.0395	0.0961	0.0422	0.1153	0.6861	0.0605	0.0570	0.0628	0.0478	5
F	0.0660	0.0763	0.0456	0.0438	0.0939	0.0458	0.0634	0.2372	0.1857	0.3713	0.2715	0.1645	0.2374	0.1001		
G	0.0273	0.0381	0.0317	0.0263	0.0291	0.0317	0.0266	0.0494	0.0273	0.1017	0.4026	0.0439	0.0390	0.0492	0.0349	1
H	0.0395	0.0504	0.0456	0.0263	0.0736	0.0457	0.0426	0.1359	0.1579	0.2487	0.1326	0.1409	0.2279	0.0699		
I	0.0888	0.0992	0.0935	0.0950	0.0949	0.0935	0.0864	0.1371	0.0976	0.1757	0.1430	0.1190	0.1173	0.1124	0.0984	10
J	0.0851	0.0900	0.0966	0.0730	0.0949	0.0970	0.0756	0.2055	0.2071	0.3001	0.2133	0.1763	0.2659	0.0936		
K	0.0451	0.0506	0.0459	0.0430	0.0423	0.0458	0.0396	0.0960	0.0422	0.1163	0.6859	0.0605	0.0574	0.0631	0.0482	6
L	0.0664	0.0761	0.0457	0.0437	0.0937	0.0458	0.0633	0.2374	0.1860	0.3723	0.2716	0.1649	0.2374	0.0995		
M	0.0817	0.0935	0.0896	0.0867	0.0872	0.0897	0.0677	0.1205	0.0796	0.1804	0.2028	0.1015	0.1010	0.1075	0.0916	9
N	0.0997	0.0916	0.1174	0.0811	0.1220	0.1169	0.0677	0.2063	0.2116	0.2903	0.2760	0.1850	0.2755	0.1212		
O	0.1438	0.1611	0.1689	0.1537	0.1812	0.1688	0.1796	0.1863	0.1598	0.9992	0.7604	0.1977	0.1970	0.1929	0.1804	12
P	0.1017	0.1906	0.2021	0.1266	0.2397	0.2032	0.1620	0.1863	0.2381	1.0000	0.2296	0.2282	0.3847	0.2845		
Q	0.2387	0.2582	0.2395	0.2524	0.2982	0.2392	0.2242	0.3304	0.2482	0.3850	0.6008	0.2733	0.2720	0.2799	0.2651	13
R	0.1622	0.2121	0.2081	0.1823	0.2888	0.2077	0.1789	0.2973	0.2482	0.4100	0.3794	0.2494	0.3873	0.2634		
S	0.0721	0.0882	0.0852	0.0798	0.0851	0.0852	0.0684	0.1390	0.0743	0.1967	0.8372	0.0993	0.0986	0.1075	0.0867	8
T	0.0652	0.0906	0.1416	0.0755	0.1455	0.1416	0.0727	0.2026	0.1903	0.1967	0.5478	0.1702	0.3103	0.1539		
U	0.0320	0.0417	0.0327	0.0378	0.0300	0.0328	0.0274	0.0600	0.0331	0.0986	0.0587	0.0467	0.0440	0.0473	0.0397	2
V	0.0360	0.0875	0.0746	0.0459	0.1142	0.0740	0.0653	0.1426	0.1540	0.2362	0.0587	0.1525	0.2796	0.1362		
W	0.1637	0.1707	0.1631	0.1660	0.2036	0.1631	0.1462	0.2210	0.1654	0.2683	0.6554	0.1839	0.1817	0.1884	0.1762	11
X	0.1221	0.1394	0.1519	0.1245	0.1957	0.1524	0.1222	0.2395	0.2225	0.3106	0.2856	0.1839	0.3199	0.1803		
Y	0.3492	0.3409	0.3467	0.3438	0.3940	0.3464	0.3203	0.4334	0.3502	0.4419	0.6800	0.3767	0.3724	0.3612	0.3557	14
Z	0.2728	0.2582	0.2413	0.2365	0.3071	0.2412	0.2318	0.4058	0.3672	0.5290	0.5267	0.3392	0.3724	0.2777		
AA	0.0402	0.0483	0.0457	0.0425	0.0450	0.0457	0.0384	0.0698	0.0413	0.1048	0.0814	0.0598	0.0575	0.0614	0.0470	4
AB	0.0541	0.0600	0.0622	0.0409	0.0682	0.0618	0.0470	0.1713	0.1671	0.2550	0.1434	0.1430	0.2331	0.0614		
AC	0.0586	0.0705	0.0655	0.0615	0.0650	0.0655	0.0537	0.1083	0.0583	0.1508	0.6333	0.0810	0.0792	0.0853		
AD	Rank	3	8	6	4	5	7	1	2	13	14	10	9	11		
AE																

Table 3: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on DHS2.

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A.

NF = 2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0062	0.0098	0.0089	0.0104	0.0104	0.0089	0.0092	0.0159	0.0088	0.0443	0.4190	0.0148	0.0146	0.0097	0.0101	5
B	0.0062	0.0163	0.0190	0.0131	0.0371	0.0192	0.0169	0.0664	0.0855	0.0998	0.0371	0.0848	0.2002	0.0292		
C	0.0025	0.0055	0.0052	0.0077	0.0065	0.0052	0.0051	0.0128	0.0038	0.0252	0.5275	0.0077	0.0074	0.0081	0.0070	3
D	0.0041	0.0055	0.0116	0.0077	0.0248	0.0115	0.0095	0.0730	0.0866	0.0891	0.0829	0.0788	0.1794	0.0121		
E	0.0095	0.0131	0.0114	0.0146	0.0139	0.0115	0.0115	0.0301	0.0119	0.0457	0.5177	0.0197	0.0205	0.0134	0.0133	6
F	0.0123	0.0179	0.0114	0.0141	0.0339	0.0115	0.0178	0.1133	0.1043	0.2232	0.1182	0.0947	0.1857	0.0209		
G	0.0026	0.0048	0.0042	0.0068	0.0065	0.0041	0.0059	0.0061	0.0044	0.0246	0.1946	0.0073	0.0069	0.0064	0.0062	1
H	0.0037	0.0069	0.0067	0.0068	0.0247	0.0068	0.0111	0.0578	0.0868	0.1144	0.0444	0.0793	0.1760	0.0100	0.0479	10
I	0.0378	0.0503	0.0466	0.0491	0.0411	0.0467	0.0366	0.0756	0.0437	0.0958	0.0715	0.0683	0.0684	0.0444		
J	0.0287	0.0368	0.0395	0.0327	0.0411	0.0395	0.0293	0.1135	0.1212	0.1738	0.1030	0.1133	0.2087	0.0305		
K	0.0096	0.0133	0.0115	0.0147	0.0116	0.0114	0.0114	0.0301	0.0121	0.0457	0.5178	0.0197	0.0205	0.0139	0.0136	7
L	0.0123	0.0177	0.0115	0.0139	0.0341	0.0114	0.0174	0.1133	0.1045	0.2222	0.1194	0.0948	0.1857	0.0205		
M	0.0357	0.0455	0.0411	0.0442	0.0358	0.0414	0.0336	0.0609	0.0403	0.0947	0.0854	0.0500	0.0522	0.0423	0.0433	9
N	0.0377	0.0407	0.0484	0.0397	0.0536	0.0479	0.0336	0.1160	0.1279	0.1675	0.1446	0.1174	0.2151	0.0442		
Median	0.0563	0.0762	0.0857	0.0747	0.0821	0.0856	0.0772	0.1153	0.0686	0.9986	0.6291	0.1149	0.1144	0.0835	0.0845	11
Rank	0.0329	0.0806	0.0960	0.0535	0.1154	0.0969	0.0597	0.1153	0.1388	1.0000	0.1242	0.1450	0.2820	0.1302		
	0.1551	0.1968	0.1705	0.1825	0.1961	0.1705	0.1420	0.2398	0.1693	0.3011	0.4271	0.2093	0.2096	0.1745	0.1893	13
	0.0939	0.1348	0.1260	0.1164	0.1806	0.1258	0.0982	0.2067	0.1693	0.2939	0.2394	0.1836	0.3050	0.1390		
	0.0119	0.0205	0.0173	0.0201	0.0204	0.0174	0.0131	0.0530	0.0172	0.0950	0.7271	0.0286	0.0297	0.0208	0.0205	8
	0.0096	0.0193	0.0413	0.0183	0.0525	0.0411	0.0166	0.1020	0.1035	0.0950	0.3470	0.0950	0.2211	0.0371		
	0.0025	0.0072	0.0054	0.0086	0.0058	0.0054	0.0044	0.0290	0.0047	0.0344	0.0295	0.0275	0.0269	0.0055	0.0065	2
	0.0028	0.0169	0.0164	0.0109	0.0369	0.0165	0.0144	0.0707	0.0845	0.1153	0.0295	0.0937	0.2065	0.0300		
	0.0968	0.1179	0.1069	0.1118	0.1262	0.1069	0.0852	0.1527	0.1042	0.1942	0.4994	0.1363	0.1374	0.1048	0.1149	12
	0.0629	0.0810	0.0817	0.0743	0.1117	0.0818	0.0636	0.1543	0.1447	0.2069	0.1663	0.1363	0.2529	0.0826		
	0.2631	0.2913	0.2841	0.2826	0.3019	0.2841	0.2346	0.3621	0.2682	0.3817	0.5609	0.3289	0.3294	0.2670	0.2877	14
	0.1818	0.1992	0.1822	0.1815	0.2189	0.1821	0.1540	0.3087	0.2703	0.4276	0.4013	0.2694	0.3294	0.1809		
	0.0039	0.0067	0.0064	0.0090	0.0087	0.0064	0.0066	0.0152	0.0063	0.0317	0.0177	0.0118	0.0115	0.0089	0.0088	4
	0.0068	0.0088	0.0114	0.0081	0.0229	0.0113	0.0110	0.0800	0.0917	0.1223	0.0504	0.0820	0.1795	0.0089		
Median	0.0108	0.0169	0.0144	0.0174	0.0161	0.0144	0.0123	0.0415	0.0147	0.0702	0.4633	0.0280	0.0283	0.0174		
Rank	1	7	3	9	6	4	2	12	5	13	14	10	11	8		

Table 4: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on DHS2 .

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A .

NF = 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0159	0.0293	0.0208	0.0222	0.0218	0.0208	0.0206	0.0316	0.0241	0.0765	0.4127	0.0366	0.0352	0.0332	0.0267	5
B	0.0159	0.0508	0.0446	0.0265	0.0590	0.0449	0.0372	0.0800	0.0381	0.1628	0.0666	0.0675	0.0887	0.0837		
C	0.0177	0.0262	0.0252	0.0230	0.0220	0.0253	0.0168	0.0354	0.0169	0.0577	0.6308	0.0280	0.0267	0.0372	0.0257	4
D	0.0270	0.0262	0.0401	0.0222	0.0427	0.0400	0.0191	0.0958	0.0395	0.1468	0.1396	0.0544	0.0552	0.0537		
E	0.0184	0.0234	0.0212	0.0202	0.0213	0.0211	0.0178	0.0415	0.0187	0.0604	0.5178	0.0292	0.0282	0.0341	0.0223	2
F	0.0353	0.0443	0.0212	0.0232	0.0509	0.0213	0.0355	0.1201	0.0557	0.3138	0.1990	0.0783	0.0597	0.0640		
G	0.0127	0.0204	0.0167	0.0142	0.0169	0.0167	0.0155	0.0232	0.0147	0.0562	0.3756	0.0250	0.0233	0.0279	0.0186	1
H	0.0203	0.0308	0.0266	0.0142	0.0405	0.0267	0.0245	0.0729	0.0363	0.1850	0.0929	0.0611	0.0548	0.0441		
I	0.0262	0.0373	0.0295	0.0367	0.0352	0.0295	0.0330	0.0474	0.0413	0.0850	0.0814	0.0538	0.0527	0.0420	0.0393	10
J	0.0334	0.0413	0.0427	0.0324	0.0352	0.0428	0.0309	0.1114	0.0673	0.2127	0.1387	0.0749	0.0754	0.0436		
K	0.0185	0.0237	0.0212	0.0200	0.0211	0.0212	0.0178	0.0415	0.0188	0.0605	0.5168	0.0293	0.0283	0.0321	0.0225	3
L	0.0354	0.0440	0.0210	0.0232	0.0506	0.0212	0.0354	0.1203	0.0563	0.3133	0.1989	0.0785	0.0596	0.0636		
M	0.0209	0.0302	0.0265	0.0272	0.0278	0.0265	0.0149	0.0369	0.0224	0.0799	0.1335	0.0362	0.0346	0.0377	0.0290	6
N	0.0401	0.0328	0.0478	0.0286	0.0454	0.0472	0.0149	0.1065	0.0578	0.1929	0.2069	0.0663	0.0592	0.0533		
O	0.0755	0.0886	0.0931	0.0856	0.1085	0.0930	0.1246	0.1200	0.0863	1.0000	0.9005	0.1185	0.1184	0.1110	0.1097	14
P	0.0484	0.1204	0.1205	0.0691	0.1592	0.1209	0.1130	0.1200	0.0816	0.9997	0.1715	0.1155	0.1738	0.1989		
Q	0.0402	0.0528	0.0487	0.0512	0.0514	0.0487	0.0331	0.0955	0.0353	0.1187	0.5566	0.0581	0.0566	0.0730	0.0521	12
R	0.0363	0.0783	0.0737	0.0484	0.1013	0.0734	0.0507	0.1279	0.0553	0.2528	0.2686	0.0742	0.1121	0.1245		
S	0.0591	0.0835	0.0868	0.0854	0.0747	0.0871	0.0679	0.1086	0.0551	0.1532	0.9907	0.0828	0.0824	0.0885	0.0844	13
T	0.0601	0.0685	0.1129	0.0633	0.1111	0.1139	0.0564	0.1844	0.0681	0.1532	0.7097	0.0962	0.1306	0.1168		
U	0.0244	0.0342	0.0258	0.0306	0.0258	0.0258	0.0247	0.0377	0.0292	0.0755	0.0542	0.0381	0.0366	0.0350	0.0324	8
V	0.0229	0.0599	0.0483	0.0328	0.0691	0.0482	0.0452	0.0919	0.0454	0.1873	0.0542	0.0789	0.1044	0.0926		
W	0.0348	0.0415	0.0396	0.0421	0.0461	0.0394	0.0276	0.0593	0.0329	0.0889	0.6040	0.0475	0.0465	0.0565	0.0441	11
X	0.0390	0.0499	0.0600	0.0387	0.0704	0.0601	0.0377	0.1087	0.0478	0.1802	0.1935	0.0475	0.0875	0.0790		
Y	0.0306	0.0328	0.0350	0.0310	0.0354	0.0348	0.0238	0.0561	0.0240	0.0688	0.7139	0.0399	0.0378	0.0496	0.0352	9
Z	0.0527	0.0512	0.0439	0.0334	0.0518	0.0436	0.0297	0.1477	0.0676	0.3059	0.3441	0.0872	0.0378	0.0687		
AA	0.0231	0.0298	0.0272	0.0292	0.0294	0.0273	0.0256	0.0385	0.0284	0.0675	0.0610	0.0420	0.0411	0.0373	0.0296	7
AB	0.0313	0.0372	0.0372	0.0270	0.0351	0.0372	0.0278	0.0976	0.0505	0.1919	0.1040	0.0635	0.0602	0.0373		
AC	0.0237	0.0315	0.0268	0.0299	0.0286	0.0269	0.0243	0.0415	0.0263	0.0760	0.5173	0.0390	0.0372	0.0375		
AD	1	8	4	7	6	5	2	12	3	13	14	11	9	10		

Table 5: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on POE .

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A .

NF = 2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0011	0.0043	0.0019	0.0023	0.0020	0.0019	0.0016	0.0059	0.0025	0.0225	0.2127	0.0069	0.0070	0.0030	0.0028	2
B	0.0011	0.0083	0.0071	0.0031	0.0105	0.0069	0.0040	0.0237	0.0067	0.0703	0.0284	0.0173	0.0266	0.0149		
C	0.0015	0.0029	0.0035	0.0026	0.0024	0.0034	0.0014	0.0059	0.0014	0.0103	0.4404	0.0031	0.0032	0.0047	0.0031	3
D	0.0029	0.0029	0.0069	0.0020	0.0069	0.0070	0.0015	0.0291	0.0062	0.0571	0.0526	0.0116	0.0117	0.0088		
E	0.0021	0.0028	0.0032	0.0023	0.0025	0.0032	0.0018	0.0079	0.0020	0.0131	0.3162	0.0042	0.0040	0.0040	0.0032	4
F	0.0052	0.0069	0.0032	0.0029	0.0095	0.0032	0.0040	0.0426	0.0108	0.1622	0.0725	0.0200	0.0139	0.0117		
G	0.0010	0.0020	0.0014	0.0012	0.0015	0.0015	0.0014	0.0026	0.0013	0.0116	0.1877	0.0029	0.0029	0.0029	0.0018	1
H	0.0016	0.0035	0.0032	0.0012	0.0064	0.0032	0.0022	0.0203	0.0051	0.0780	0.0320	0.0143	0.0119	0.0067	0.0073	9
I	0.0032	0.0091	0.0039	0.0070	0.0048	0.0040	0.0044	0.0100	0.0075	0.0297	0.0231	0.0139	0.0134	0.0057		
J	0.0044	0.0083	0.0073	0.0054	0.0048	0.0073	0.0035	0.0405	0.0171	0.1023	0.0580	0.0220	0.0226	0.0063		
K	0.0020	0.0029	0.0032	0.0024	0.0025	0.0032	0.0019	0.0078	0.0020	0.0130	0.3155	0.0042	0.0043	0.0041	0.0032	5
L	0.0052	0.0071	0.0031	0.0028	0.0094	0.0032	0.0038	0.0424	0.0111	0.1643	0.0725	0.0204	0.0135	0.0116		
M	0.0020	0.0035	0.0030	0.0033	0.0033	0.0030	0.0007	0.0058	0.0018	0.0183	0.0365	0.0044	0.0044	0.0045	0.0034	6
N	0.0063	0.0040	0.0087	0.0033	0.0069	0.0088	0.0007	0.0314	0.0102	0.0800	0.0948	0.0153	0.0121	0.0084		
Median	0.0207	0.0281	0.0309	0.0239	0.0360	0.0410	0.0430	0.0359	0.0254	1.0000	0.8248	0.0423	0.0433	0.0346	0.0352	14
Rank	0.0093	0.0375	0.0406	0.0157	0.0584	0.0406	0.0295	0.0359	0.0224	0.9994	0.0684	0.0396	0.0723	0.0706	0.0119	12
	0.0075	0.0110	0.0120	0.0110	0.0109	0.0120	0.0046	0.0312	0.0055	0.0384	0.3459	0.0121	0.0118	0.0165	0.0228	13
	0.0060	0.0168	0.0190	0.0093	0.0271	0.0190	0.0072	0.0522	0.0055	0.1200	0.1025	0.0197	0.0331	0.0334	0.0079	10
	0.0190	0.0213	0.0227	0.0271	0.0194	0.0229	0.0148	0.0405	0.0125	0.0671	0.9819	0.0235	0.0242	0.0226	0.0095	11
	0.0138	0.0170	0.0337	0.0153	0.0324	0.0339	0.0103	0.0810	0.0166	0.0671	0.5474	0.0287	0.0445	0.0319	0.0064	8
	0.0029	0.0093	0.0067	0.0090	0.0036	0.0068	0.0032	0.0318	0.0045	0.0286	0.0351	0.0318	0.0317	0.0051	0.0048	7
	0.0024	0.0147	0.0139	0.0087	0.0136	0.0141	0.0063	0.0366	0.0088	0.0915	0.0351	0.0326	0.0427	0.0199	0.0054	
	0.0061	0.0073	0.0073	0.0096	0.0097	0.0072	0.0033	0.0162	0.0053	0.0262	0.4119	0.0099	0.0094	0.0112		
	0.0067	0.0095	0.0141	0.0071	0.0175	0.0139	0.0048	0.0393	0.0096	0.0791	0.0783	0.0099	0.0251	0.0181		
	0.0048	0.0048	0.0065	0.0052	0.0060	0.0065	0.0024	0.0136	0.0029	0.0160	0.5492	0.0067	0.0063	0.0086		
	0.0110	0.0095	0.0093	0.0055	0.0103	0.0090	0.0032	0.0630	0.0146	0.1584	0.1549	0.0249	0.0063	0.0154		
	0.0027	0.0048	0.0037	0.0048	0.0042	0.0037	0.0031	0.0078	0.0041	0.0191	0.0137	0.0081	0.0081	0.0054		
	0.0039	0.0060	0.0063	0.0037	0.0050	0.0064	0.0030	0.0317	0.0106	0.0855	0.0421	0.0159	0.0147	0.0054		
Median	0.0028	0.0048	0.0038	0.0050	0.0039	0.0039	0.0028	0.0090	0.0035	0.0208	0.3158	0.0075	0.0076	0.0052		
Rank	2	7	4	8	6	5	1	12	3	13	14	10	11	9		

Table 6: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on POE .

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A .

NF = 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0246	0.0446	0.0332	0.0301	0.0300	0.0331	0.0289	0.0503	0.0338	0.0995	0.5804	0.0506	0.0466	0.0516	0.0392	6
B	0.0274	0.0417	0.0397	0.0307	0.0319	0.0396	0.0264	0.0531	0.0254	0.0849	0.7179	0.0411	0.0368	0.0600	0.0397	8
C	0.0363	0.0417	0.0544	0.0298	0.0413	0.0542	0.0274	0.1164	0.0460	0.1601	0.1625	0.0660	0.0646	0.0730		
D	0.0447	0.0603	0.0308	0.0250	0.0265	0.0308	0.0419	0.0570	0.0220	0.0753	0.7153	0.0351	0.0309	0.0497	0.0309	2
E	0.0306	0.0459	0.0377	0.0218	0.0383	0.0377	0.0325	0.0917	0.0465	0.1902	0.1028	0.0709	0.0646	0.0616	0.0301	1
F	0.0364	0.0509	0.0479	0.0331	0.0319	0.0480	0.0346	0.1172	0.0578	0.1912	0.1090	0.0778	0.0729	0.0502	0.0393	7
G	0.0453	0.0603	0.0307	0.0302	0.0445	0.0309	0.0413	0.1545	0.0560	0.2870	0.2225	0.0801	0.0624	0.0749	0.0309	3
H	0.0327	0.0437	0.0424	0.0359	0.0384	0.0425	0.0208	0.0530	0.0285	0.0999	0.1610	0.0449	0.0414	0.0598	0.0425	9
I	0.0509	0.0492	0.0653	0.0370	0.0461	0.0647	0.0208	0.1264	0.0601	0.1906	0.1833	0.0772	0.0692	0.0772	0.0425	9
J	0.0800	0.0997	0.1011	0.0866	0.1088	0.1011	0.1154	0.1334	0.0929	1.0000	0.9027	0.1214	0.1172	0.1215	0.1121	14
K	0.0573	0.1354	0.1258	0.0764	0.1274	0.1256	0.1110	0.1334	0.0854	1.0000	0.1692	0.1196	0.1663	0.2013	0.0603	12
L	0.0476	0.0661	0.0603	0.0538	0.0562	0.0603	0.0407	0.1079	0.0406	0.1395	0.6257	0.0637	0.0593	0.0951	0.0603	12
M	0.0444	0.0917	0.0836	0.0557	0.0791	0.0830	0.0591	0.1468	0.0406	0.2377	0.2440	0.0804	0.1099	0.1335	0.0723	13
N	0.0607	0.0740	0.0720	0.0662	0.0699	0.0720	0.0573	0.1123	0.0570	0.1442	0.8884	0.0766	0.0726	0.0901	0.0723	13
Median	0.0246	0.0405	0.0280	0.0329	0.0250	0.0279	0.0228	0.0474	0.0295	0.0919	0.0507	0.0433	0.0399	0.0443	0.0364	4
Rank	0.0288	0.0739	0.0561	0.0400	0.0564	0.0560	0.0491	0.1036	0.0477	0.1909	0.0507	0.0858	0.1040	0.1014	0.0364	4
	0.0467	0.0570	0.0573	0.0514	0.0584	0.0573	0.0361	0.0757	0.0397	0.1063	0.7738	0.0580	0.0529	0.0812	0.0573	11
	0.0511	0.0694	0.0757	0.0501	0.0671	0.0761	0.0475	0.1350	0.0552	0.1830	0.2145	0.0580	0.0915	0.1034	0.0573	11
	0.0496	0.0532	0.0566	0.0470	0.0533	0.0566	0.0393	0.0782	0.0381	0.0966	0.7781	0.0597	0.0542	0.0779	0.0554	10
	0.0670	0.0696	0.0602	0.0450	0.0544	0.0598	0.0448	0.1695	0.0731	0.2806	0.3548	0.0974	0.0542	0.0924	0.0554	10
	0.0306	0.0394	0.0370	0.0323	0.0346	0.0371	0.0309	0.0536	0.0320	0.0759	0.0628	0.0480	0.0444	0.0524	0.0383	5
	0.0388	0.0532	0.0462	0.0323	0.0356	0.0464	0.0369	0.1190	0.0500	0.1855	0.0916	0.0701	0.0667	0.0524	0.0383	5
Median	0.0293	0.0429	0.0384	0.0333	0.0332	0.0384	0.0299	0.0552	0.0329	0.0942	0.6702	0.0493	0.0455	0.0561	0.0561	
Rank	1	8	7	5	4	6	2	11	3	13	14	10	9	12		

Table 7: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, single-finger verification on DOS .

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A .

NF = 2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Median	Rank
A	0.0050	0.0127	0.0080	0.0078	0.0074	0.0081	0.0067	0.0151	0.0097	0.0422	0.3890	0.0162	0.0151	0.0123	0.0110	7
B	0.0050	0.0182	0.0171	0.0091	0.0141	0.0174	0.0100	0.0387	0.0129	0.0762	0.0284	0.0282	0.0364	0.0250		
C	0.0059	0.0089	0.0106	0.0071	0.0080	0.0106	0.0057	0.0164	0.0054	0.0257	0.5533	0.0099	0.0091	0.0154	0.0095	4
D	0.0089	0.0089	0.0163	0.0062	0.0111	0.0161	0.0054	0.0478	0.0118	0.0695	0.0592	0.0213	0.0213	0.0204		
E	0.0065	0.0075	0.0085	0.0065	0.0072	0.0085	0.0084	0.0175	0.0048	0.0220	0.5564	0.0089	0.0084	0.0115	0.0084	3
F	0.0118	0.0163	0.0085	0.0071	0.0127	0.0085	0.0086	0.0675	0.0154	0.1469	0.0803	0.0276	0.0207	0.0211		
G	0.0038	0.0073	0.0053	0.0040	0.0056	0.0054	0.0045	0.0095	0.0051	0.0254	0.2418	0.0095	0.0089	0.0091	0.0064	1
H	0.0068	0.0104	0.0102	0.0040	0.0102	0.0101	0.0062	0.0356	0.0123	0.0836	0.0324	0.0237	0.0220	0.0158		
I	0.0067	0.0136	0.0081	0.0096	0.0084	0.0082	0.0084	0.0184	0.0117	0.0378	0.0218	0.0177	0.0169	0.0121	0.0119	9
J	0.0089	0.0145	0.0142	0.0084	0.0084	0.0142	0.0079	0.0489	0.0190	0.0917	0.0421	0.0298	0.0286	0.0131		
K	0.0067	0.0075	0.0084	0.0064	0.0071	0.0084	0.0043	0.0174	0.0047	0.0222	0.5555	0.0091	0.0083	0.0115	0.0084	2
L	0.0119	0.0159	0.0085	0.0071	0.0127	0.0084	0.0087	0.0678	0.0153	0.1483	0.0804	0.0272	0.0207	0.0209		
M	0.0081	0.0087	0.0115	0.0098	0.0103	0.0116	0.0027	0.0144	0.0055	0.0314	0.0557	0.0107	0.0100	0.0139	0.0105	5
N	0.0146	0.0110	0.0203	0.0093	0.0125	0.0205	0.0027	0.0490	0.0156	0.0831	0.0819	0.0260	0.0214	0.0207		
Median	0.0296	0.0398	0.0414	0.0238	0.0433	0.0416	0.0453	0.0502	0.0363	1.0000	0.8274	0.0497	0.0495	0.0486	0.0443	14
Rank	0.0184	0.0521	0.0497	0.0161	0.0462	0.0494	0.0355	0.0502	0.0314	1.0000	0.0654	0.0502	0.0736	0.0803		
	0.0137	0.0186	0.0206	0.0161	0.0179	0.0207	0.0097	0.0427	0.0111	0.0541	0.4302	0.0193	0.0179	0.0293	0.0190	11
	0.0123	0.0269	0.0296	0.0158	0.0248	0.0296	0.0132	0.0675	0.0111	0.1131	0.0885	0.0279	0.0389	0.0439		
	0.0184	0.0225	0.0218	0.0219	0.0224	0.0220	0.0155	0.0457	0.0177	0.0622	0.8090	0.0255	0.0246	0.0260	0.0224	13
	0.0153	0.0235	0.0385	0.0181	0.0270	0.0383	0.0124	0.0702	0.0211	0.0622	0.3041	0.0314	0.0451	0.0393		
	0.0059	0.0218	0.0186	0.0119	0.0148	0.0102	0.0049	0.0247	0.0079	0.0421	0.0241	0.0234	0.0225	0.0103	0.0113	8
	0.0159	0.0180	0.0212	0.0187	0.0213	0.0211	0.0087	0.0295	0.0121	0.0390	0.6363	0.0187	0.0175	0.0262	0.0199	12
	0.0165	0.0211	0.0286	0.0156	0.0231	0.0288	0.0112	0.0647	0.0171	0.0824	0.0861	0.0187	0.0342	0.0339		
	0.0163	0.0156	0.0202	0.0157	0.0181	0.0202	0.0096	0.0308	0.0103	0.0312	0.6442	0.0184	0.0169	0.0259	0.0182	10
	0.0215	0.0206	0.0210	0.0133	0.0169	0.0214	0.0105	0.0813	0.0230	0.1472	0.1661	0.0362	0.0169	0.0296		
	0.0102	0.0141	0.0108	0.0092	0.0105	0.0108	0.0078	0.0190	0.0100	0.0269	0.0197	0.0154	0.0145	0.0130	0.0108	6
Median	0.0073	0.0131	0.0107	0.0097	0.0093	0.0107	0.0079	0.0504	0.0146	0.0833	0.0336	0.0257	0.0243	0.0130		
Rank	2	8	6	4	3	7	1	12	5	13	14	11	10	9		

Table 8: Scenarios 3 vs. 1, FNMR at FMR = 0.01, two-finger verification on DOS.

The top value in each cell corresponds to scenario 3 for which the row vendor produced both enrollment and authentication templates, while the column vendor performed just the comparison. The bottom value in each cell is for scenario 1: the row vendor produced the enrollment template while the column vendor produced the authentication template and performed the comparison. Cells are colored green when $F_{ij}^{upper} < F_{ij}^{lower}$ or red when $F_{ij}^{upper} > F_{ij}^{lower}$. Template is MIN:A.