

Consolidated Performance Tests

Felipe Fidalgo^{*1}, Emerson Castelani^{†2}, and Guilherme Philippi^{‡1}

¹Department of Mathematics, Universidade Federal de Santa Catarina, 2514 João Pessoa street, Velha, Blumenau, Santa Catarina, Brazil, 89036-004

²Department of Mathematics, Universidade Estadual de Maringá, 5790 Colombo Avenue, , Jardim Universitário, Maringá, Paraná, Brazil, 87020-900

May 3, 2023

Contents

1	Benchmark's tables	2
1.1	Using BP-One versions	2
1.2	Using BP-All versions	12
2	Visual analysis	22
2.1	BP-One	22
2.2	BP-All	23

^{*}felipe.fidalgo@ufsc.br

[†]evcastelani@uem.br

[‡]g.philippi@grad.ufsc.br

Benchmark's tables

1.1 Using BP-One versions

Table 1: Results

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb1a57 698	Classic	2.096×10^{-11}		1.7078×10^{-3}	
	Quaternion	2.092×10^{-11}	1.8861×10^{-12}	1.0276×10^{-3}	0.602
pdb1b4c 1108	Classic	5.070×10^{-13}		3.5365×10^{-3}	
	Quaternion	5.498×10^{-13}	1.0757×10^{-12}	2.5634×10^{-3}	0.725
pdb1ba5 320	Classic	9.359×10^{-13}		3.6012×10^{-4}	
	Quaternion	1.070×10^{-12}	4.1376×10^{-12}	2.7669×10^{-4}	0.768
pdb1d1n 594	Classic	1.005×10^{-11}		5.9682×10^{-4}	
	Quaternion	9.672×10^{-12}	1.2689×10^{-12}	4.7694×10^{-4}	0.799
pdb1dp3 332	Classic	7.704×10^{-13}		2.9789×10^{-4}	
	Quaternion	8.939×10^{-13}	1.4697×10^{-12}	2.3080×10^{-4}	0.775
pdb1du1 122	Classic	8.225×10^{-13}		1.0246×10^{-4}	
	Quaternion	1.258×10^{-12}	1.2376×10^{-12}	7.8000×10^{-5}	0.761
pdb1eii 806	Classic	1.393×10^{-11}		8.2178×10^{-4}	
	Quaternion	1.365×10^{-11}	1.1331×10^{-11}	6.5466×10^{-4}	0.797
pdb1fcl 338	Classic	4.542×10^{-12}		4.5137×10^{-4}	
	Quaternion	4.515×10^{-12}	8.0786×10^{-13}	3.4246×10^{-4}	0.759
pdb1fd6 344	Classic	3.182×10^{-12}		3.4143×10^{-4}	
	Quaternion	3.193×10^{-12}	3.3846×10^{-13}	2.6441×10^{-4}	0.774
pdb1hf9 496	Classic	1.157×10^{-11}		9.6480×10^{-3}	
	Quaternion	1.180×10^{-11}	3.9332×10^{-12}	6.1200×10^{-3}	0.634
pdb1i2u 266	Classic	5.562×10^{-13}		2.5459×10^{-4}	
	Quaternion	5.607×10^{-13}	1.5136×10^{-13}	2.0184×10^{-4}	0.793
pdb1i2v 266	Classic	2.418×10^{-13}		2.7989×10^{-4}	
	Quaternion	2.519×10^{-13}	6.9127×10^{-14}	2.2032×10^{-4}	0.787
pdb1ijc 380	Classic	1.408×10^{-11}		5.5728×10^{-4}	
	Quaternion	1.426×10^{-11}	2.4877×10^{-12}	4.1998×10^{-4}	0.754
pdb1j1z 140	Classic	5.594×10^{-13}		1.2392×10^{-4}	
	Quaternion	5.965×10^{-13}	1.3105×10^{-12}	9.5602×10^{-5}	0.771
pdb1jw3 842	Classic	5.936×10^{-13}		8.6446×10^{-4}	
	Quaternion	5.897×10^{-13}	3.9013×10^{-13}	6.7580×10^{-4}	0.782
pdb1k0v 440	Classic	1.893×10^{-13}		4.6703×10^{-4}	
	Quaternion	1.894×10^{-13}	1.3433×10^{-13}	3.5593×10^{-4}	0.762
pdb1k2h 1120	Classic	5.491×10^{-13}		2.9241×10^{-3}	
	Quaternion	5.199×10^{-13}	2.2039×10^{-13}	1.9975×10^{-3}	0.683
pdb1k36 278	Classic	8.820×10^{-12}		2.6454×10^{-4}	
	Quaternion	1.081×10^{-11}	2.8981×10^{-11}	1.9812×10^{-4}	0.749
pdb1k37 278	Classic	4.711×10^{-13}		3.8419×10^{-4}	
	Quaternion	4.988×10^{-13}	1.5479×10^{-13}	2.7588×10^{-4}	0.718
pdb1kuw 62	Classic	9.229×10^{-14}		5.8623×10^{-5}	
	Quaternion	1.130×10^{-13}	7.3457×10^{-14}	4.3799×10^{-5}	0.747
pdb1kz0 98	Classic	4.404×10^{-14}		9.2082×10^{-5}	
	Quaternion	5.880×10^{-14}	2.4335×10^{-13}	6.9233×10^{-5}	0.752
pdb1kz2 98	Classic	2.119×10^{-14}		1.0225×10^{-4}	
	Quaternion	2.886×10^{-14}	2.6112×10^{-14}	7.2798×10^{-5}	0.712
pdb1kz5 74	Classic	4.081×10^{-14}		7.3916×10^{-5}	
	Quaternion	4.738×10^{-14}	4.8348×10^{-14}	5.2574×10^{-5}	0.711
pdb1lvz 68	Classic	6.336×10^{-14}		6.5156×10^{-5}	
	Quaternion	7.315×10^{-14}	7.3919×10^{-14}	4.6871×10^{-5}	0.719
pdb1m4e 122	Classic	5.949×10^{-13}		1.3874×10^{-4}	
	Quaternion	5.972×10^{-13}	1.1702×10^{-13}	8.5423×10^{-5}	0.616

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb1ma2 104	Classic	8.695×10^{-12}	4.7062×10^{-13}	2.3923×10^{-4}	0.446
	Quaternion	8.758×10^{-12}		1.0667×10^{-4}	
pdb1ma4 104	Classic	7.247×10^{-14}	1.8851×10^{-13}	4.1287×10^{-4}	0.418
	Quaternion	7.981×10^{-14}		1.7248×10^{-4}	
pdb1ma5 104	Classic	8.169×10^{-13}	5.0234×10^{-13}	1.5005×10^{-4}	0.481
	Quaternion	9.044×10^{-13}		7.2148×10^{-5}	
pdb1ma6 104	Classic	6.283×10^{-13}	3.3052×10^{-12}	1.4103×10^{-4}	0.497
	Quaternion	8.522×10^{-13}		7.0075×10^{-5}	
pdb1mpe 1352	Classic	2.617×10^{-11}	7.1261×10^{-13}	8.1131×10^{-3}	0.430
	Quaternion	2.624×10^{-11}		3.4902×10^{-3}	
pdb1nd9 296	Classic	3.026×10^{-13}	4.7137×10^{-13}	4.5081×10^{-4}	0.501
	Quaternion	3.845×10^{-13}		2.2590×10^{-4}	
pdb1ne5 254	Classic	1.214×10^{-12}	7.5582×10^{-13}	3.6696×10^{-4}	0.498
	Quaternion	1.384×10^{-12}		1.8293×10^{-4}	
pdb1nmj 170	Classic	1.237×10^{-14}	1.3921×10^{-14}	2.6603×10^{-4}	0.489
	Quaternion	1.424×10^{-14}		1.3008×10^{-4}	
pdb1o53 92	Classic	3.999×10^{-13}	6.5350×10^{-13}	1.4899×10^{-4}	0.469
	Quaternion	4.545×10^{-13}		6.9913×10^{-5}	
pdb1oqp 580	Classic	7.045×10^{-14}	9.0066×10^{-14}	3.0062×10^{-3}	0.562
	Quaternion	8.315×10^{-14}		1.6903×10^{-3}	
pdb1plw 32	Classic	2.830×10^{-14}	4.9118×10^{-14}	4.5461×10^{-5}	0.488
	Quaternion	3.122×10^{-14}		2.2201×10^{-5}	
pdb1plx 32	Classic	1.574×10^{-13}	1.7973×10^{-13}	4.2650×10^{-5}	0.491
	Quaternion	2.060×10^{-13}		2.0929×10^{-5}	
pdb1pv0 278	Classic	2.409×10^{-13}	1.0662×10^{-13}	4.4412×10^{-4}	0.471
	Quaternion	2.723×10^{-13}		2.0904×10^{-4}	
pdb1pzz 724	Classic	5.644×10^{-12}	9.9935×10^{-12}	6.4490×10^{-3}	0.553
	Quaternion	5.871×10^{-12}		3.5690×10^{-3}	
pdb1qlk 1108	Classic	9.019×10^{-10}	1.3287×10^{-12}	1.0829×10^{-2}	0.550
	Quaternion	9.019×10^{-10}		5.9579×10^{-3}	
pdb1r57 614	Classic	1.847×10^{-13}	1.4866×10^{-13}	9.6998×10^{-4}	0.502
	Quaternion	2.054×10^{-13}		4.8680×10^{-4}	
pdb1ry3 386	Classic	4.938×10^{-13}	4.7678×10^{-13}	6.3087×10^{-4}	0.491
	Quaternion	5.910×10^{-13}		3.0993×10^{-4}	
pdb1s4h 80	Classic	4.300×10^{-9}	1.1103×10^{-12}	1.0674×10^{-4}	0.498
	Quaternion	4.300×10^{-9}		5.3186×10^{-5}	
pdb1s4j 80	Classic	1.520×10^{-13}	1.6407×10^{-13}	1.2866×10^{-4}	0.523
	Quaternion	2.230×10^{-13}		6.7311×10^{-5}	
pdb1s6j 524	Classic	6.073×10^{-13}	5.9201×10^{-13}	7.9899×10^{-4}	0.509
	Quaternion	7.660×10^{-13}		4.0640×10^{-4}	
pdb1sa8 638	Classic	9.340×10^{-13}	1.0370×10^{-12}	9.9482×10^{-4}	0.530
	Quaternion	1.034×10^{-12}		5.2774×10^{-4}	
pdb1t2y 152	Classic	1.887×10^{-13}	2.3861×10^{-13}	2.3413×10^{-4}	0.621
	Quaternion	2.396×10^{-13}		1.4533×10^{-4}	
pdb1t5q 180	Classic	3.877×10^{-14}	5.3231×10^{-14}	2.5394×10^{-4}	0.522
	Quaternion	5.093×10^{-14}		1.3255×10^{-4}	
pdb1tot 314	Classic	6.148×10^{-14}	2.8392×10^{-14}	5.0126×10^{-4}	0.632
	Quaternion	6.853×10^{-14}		3.1670×10^{-4}	
pdb1v6r 128	Classic	6.835×10^{-13}	3.1917×10^{-13}	1.9619×10^{-4}	0.607
	Quaternion	6.970×10^{-13}		1.1899×10^{-4}	
pdb1v92 278	Classic	1.463×10^{-13}	5.6062×10^{-14}	4.3360×10^{-4}	0.613
	Quaternion	1.630×10^{-13}		2.6571×10^{-4}	
pdb1vd7 140	Classic	3.741×10^{-9}	5.8433×10^{-13}	2.0593×10^{-4}	0.607
	Quaternion	3.741×10^{-9}		1.2499×10^{-4}	

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb1vd9 140	Classic	1.290×10^{-12}		2.4388×10^{-4}	
	Quaternion	1.554×10^{-12}	9.0327×10^{-13}	1.4591×10^{-4}	0.598
pdb1vdb 140	Classic	9.108×10^{-13}		1.9946×10^{-4}	
	Quaternion	1.083×10^{-12}	3.8641×10^{-13}	1.1987×10^{-4}	0.601
pdb1vpc 272	Classic	8.500×10^{-15}		4.1694×10^{-4}	
	Quaternion	1.002×10^{-14}	8.5436×10^{-15}	2.6033×10^{-4}	0.624
pdb1wnk 140	Classic	4.112×10^{-12}		2.0699×10^{-4}	
	Quaternion	4.632×10^{-12}	2.2335×10^{-11}	1.2347×10^{-4}	0.596
pdb1wo4 152	Classic	9.957×10^{-13}		2.3205×10^{-4}	
	Quaternion	9.639×10^{-13}	2.3523×10^{-12}	1.4194×10^{-4}	0.612
pdb1wo5 152	Classic	5.257×10^{-9}		2.3551×10^{-4}	
	Quaternion	5.258×10^{-9}	4.9063×10^{-12}	1.4405×10^{-4}	0.612
pdb1x60 476	Classic	1.076×10^{-12}		7.9397×10^{-4}	
	Quaternion	1.179×10^{-12}	3.9684×10^{-13}	4.9474×10^{-4}	0.623
pdb1x9v 544	Classic	8.975×10^{-13}		2.7541×10^{-2}	
	Quaternion	9.632×10^{-13}	1.3900×10^{-13}	1.4581×10^{-2}	0.529
pdb1y5c 68	Classic	8.980×10^{-9}		9.7438×10^{-5}	
	Quaternion	8.980×10^{-9}	2.9085×10^{-13}	5.8897×10^{-5}	0.604
pdb1yx7 500	Classic	8.116×10^{-10}		1.1530×10^{-3}	
	Quaternion	8.125×10^{-10}	7.6614×10^{-12}	7.0746×10^{-4}	0.614
pdb1yx8 500	Classic	7.276×10^{-12}		9.4071×10^{-4}	
	Quaternion	8.217×10^{-12}	1.0819×10^{-11}	5.8516×10^{-4}	0.622
pdb1yxr 464	Classic	5.838×10^{-10}		6.7687×10^{-4}	
	Quaternion	5.839×10^{-10}	2.5240×10^{-13}	4.1626×10^{-4}	0.615
pdb2a2y 1072	Classic	1.150×10^{-12}		3.1010×10^{-2}	
	Quaternion	1.151×10^{-12}	3.7416×10^{-13}	1.7439×10^{-2}	0.562
pdb2a4j 580	Classic	2.085×10^{-14}		1.0563×10^{-3}	
	Quaternion	2.727×10^{-14}	1.4394×10^{-14}	6.4214×10^{-4}	0.608
pdb2adl 868	Classic	1.752×10^{-11}		3.5641×10^{-2}	
	Quaternion	1.787×10^{-11}	3.0093×10^{-12}	2.3248×10^{-2}	0.652
pdb2adn 868	Classic	6.693×10^{-12}		1.9119×10^{-3}	
	Quaternion	6.465×10^{-12}	2.4957×10^{-12}	1.1481×10^{-3}	0.601
pdb2ajj 170	Classic	5.641×10^{-14}		2.5994×10^{-4}	
	Quaternion	6.584×10^{-14}	1.2744×10^{-13}	1.5702×10^{-4}	0.604
pdb2ajm 170	Classic	1.183×10^{-13}		2.7954×10^{-4}	
	Quaternion	1.555×10^{-13}	8.9439×10^{-13}	1.6885×10^{-4}	0.604
pdb2ajn 170	Classic	1.076×10^{-13}		2.7914×10^{-4}	
	Quaternion	1.217×10^{-13}	1.5981×10^{-13}	1.6719×10^{-4}	0.599
pdb2ajo 170	Classic	1.183×10^{-13}		2.7899×10^{-4}	
	Quaternion	1.555×10^{-13}	8.9439×10^{-13}	1.6861×10^{-4}	0.604
pdb2akk 446	Classic	1.288×10^{-13}		1.4448×10^{-3}	
	Quaternion	1.270×10^{-13}	1.1725×10^{-13}	8.4721×10^{-4}	0.586
pdb2bzb 748	Classic	9.365×10^{-14}		1.4315×10^{-2}	
	Quaternion	1.224×10^{-13}	1.5097×10^{-13}	7.7992×10^{-3}	0.545
pdb2c0s 386	Classic	3.028×10^{-13}		6.2433×10^{-4}	
	Quaternion	3.379×10^{-13}	7.2067×10^{-13}	3.8866×10^{-4}	0.623
pdb2dci 120	Classic	2.366×10^{-14}		1.7238×10^{-4}	
	Quaternion	2.950×10^{-14}	1.3479×10^{-13}	1.0593×10^{-4}	0.615
pdb2eem 206	Classic	5.190×10^{-13}		3.6143×10^{-4}	
	Quaternion	5.461×10^{-13}	4.0208×10^{-13}	2.1835×10^{-4}	0.604
pdb2fva 494	Classic	1.047×10^{-12}		1.0303×10^{-3}	
	Quaternion	1.194×10^{-12}	1.5803×10^{-12}	6.1618×10^{-4}	0.598
pdb2fvf 494	Classic	3.106×10^{-13}		7.4317×10^{-4}	
	Quaternion	3.445×10^{-13}	2.8750×10^{-13}	4.6101×10^{-4}	0.620

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2fxz 80	Classic	1.489×10^{-12}	2.0430×10^{-12}	1.2207×10^{-4}	0.615
	Quaternion	1.749×10^{-12}		7.5061×10^{-5}	
pdb2g9j 848	Classic	3.282×10^{-12}	2.1668×10^{-12}	4.9852×10^{-2}	0.533
	Quaternion	3.535×10^{-12}		2.6562×10^{-2}	
pdb2g9l 224	Classic	6.366×10^{-14}	2.8081×10^{-13}	3.5082×10^{-4}	0.617
	Quaternion	8.672×10^{-14}		2.1658×10^{-4}	
pdb2h5m 614	Classic	9.692×10^{-13}	4.1376×10^{-12}	9.9657×10^{-4}	0.625
	Quaternion	1.032×10^{-12}		6.2269×10^{-4}	
pdb2hep 252	Classic	1.191×10^{-12}	5.5848×10^{-13}	3.9601×10^{-4}	0.598
	Quaternion	1.268×10^{-12}		2.3695×10^{-4}	
pdb2j0z 752	Classic	3.192×10^{-10}	4.5324×10^{-12}	2.3683×10^{-1}	0.612
	Quaternion	3.197×10^{-10}		1.4497×10^{-1}	
pdb2j10 752	Classic	5.870×10^{-10}	9.5552×10^{-13}	4.3767×10^{-3}	0.559
	Quaternion	5.873×10^{-10}		2.4477×10^{-3}	
pdb2j11 752	Classic	7.191×10^{-10}	1.6970×10^{-12}	3.7834×10^{-3}	0.576
	Quaternion	7.194×10^{-10}		2.1799×10^{-3}	
pdb2jmy 92	Classic	9.834×10^{-13}	5.0812×10^{-13}	1.4579×10^{-4}	0.605
	Quaternion	9.967×10^{-13}		8.8216×10^{-5}	
pdb2jn5 74	Classic	3.147×10^{-9}	1.4394×10^{-11}	1.0386×10^{-4}	0.605
	Quaternion	3.160×10^{-9}		6.2820×10^{-5}	
pdb2jnk 842	Classic	4.387×10^{-10}	3.9471×10^{-13}	1.3640×10^{-3}	0.632
	Quaternion	4.388×10^{-10}		8.6217×10^{-4}	
pdb2jpn 476	Classic	6.730×10^{-14}	1.9605×10^{-13}	1.1801×10^{-3}	0.579
	Quaternion	6.983×10^{-14}		6.8326×10^{-4}	
pdb2jua 614	Classic	1.740×10^{-11}	1.4391×10^{-11}	1.0169×10^{-3}	0.613
	Quaternion	1.882×10^{-11}		6.2303×10^{-4}	
pdb2jvd 288	Classic	3.339×10^{-14}	2.1712×10^{-14}	4.7167×10^{-4}	0.597
	Quaternion	3.898×10^{-14}		2.8141×10^{-4}	
pdb2jwe 984	Classic	2.695×10^{-11}	1.0970×10^{-12}	1.6909×10^{-3}	0.628
	Quaternion	2.734×10^{-11}		1.0624×10^{-3}	
pdb2jws 338	Classic	1.251×10^{-13}	2.8647×10^{-13}	5.6601×10^{-4}	0.609
	Quaternion	1.543×10^{-13}		3.4449×10^{-4}	
pdb2jwu 338	Classic	4.421×10^{-12}	6.2322×10^{-13}	7.6507×10^{-4}	0.599
	Quaternion	4.373×10^{-12}		4.5845×10^{-4}	
pdb2jxf 182	Classic	1.399×10^{-13}	5.8450×10^{-13}	2.8468×10^{-4}	0.593
	Quaternion	1.734×10^{-13}		1.6879×10^{-4}	
pdb2jz5 548	Classic	2.860×10^{-13}	1.7635×10^{-13}	1.0063×10^{-3}	0.606
	Quaternion	2.854×10^{-13}		6.1011×10^{-4}	
pdb2k2a 422	Classic	3.798×10^{-14}	1.3435×10^{-13}	7.2133×10^{-4}	0.628
	Quaternion	5.134×10^{-14}		4.5278×10^{-4}	
pdb2k2f 1268	Classic	2.639×10^{-13}	7.2949×10^{-14}	2.9933	0.523
	Quaternion	2.818×10^{-13}		1.5659	
pdb2k36 896	Classic	1.922×10^{-13}	1.2563×10^{-13}	1.4278×10^{-3}	0.625
	Quaternion	2.045×10^{-13}		8.9244×10^{-4}	
pdb2k37 356	Classic	1.921×10^{-13}	4.0204×10^{-13}	5.7554×10^{-4}	0.616
	Quaternion	2.525×10^{-13}		3.5444×10^{-4}	
pdb2k3i 656	Classic	3.810×10^{-13}	2.4790×10^{-13}	1.4433×10^{-3}	0.603
	Quaternion	4.009×10^{-13}		8.6964×10^{-4}	
pdb2k6s 494	Classic	2.100×10^{-13}	4.8726×10^{-13}	1.2378×10^{-3}	0.577
	Quaternion	2.651×10^{-13}		7.1448×10^{-4}	
pdb2k7o 1096	Classic	1.279×10^{-13}	4.6393×10^{-13}	4.8228×10^{-3}	0.573
	Quaternion	1.416×10^{-13}		2.7638×10^{-3}	
pdb2kbn 1268	Classic	2.165×10^{-13}	2.6963×10^{-13}	1.1020	0.617
	Quaternion	2.230×10^{-13}		6.7994×10^{-1}	

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2kdh 434	Classic	1.947×10^{-11}	7.6317×10^{-11}	7.8981×10^{-4}	0.607
	Quaternion	2.228×10^{-11}		4.7942×10^{-4}	
pdb2kdl 338	Classic	2.301×10^{-13}	3.1526×10^{-13}	5.4839×10^{-4}	0.606
	Quaternion	2.927×10^{-13}		3.3213×10^{-4}	
pdb2kdm 338	Classic	3.191×10^{-12}	9.9439×10^{-13}	5.3480×10^{-4}	0.620
	Quaternion	3.284×10^{-12}		3.3159×10^{-4}	
pdb2kdp 428	Classic	2.621×10^{-13}	1.0772×10^{-13}	6.8306×10^{-4}	0.618
	Quaternion	2.865×10^{-13}		4.2205×10^{-4}	
pdb2kdr 170	Classic	6.617×10^{-14}	6.1679×10^{-14}	2.7330×10^{-4}	0.582
	Quaternion	8.490×10^{-14}		1.5899×10^{-4}	
pdb2kes 290	Classic	4.468×10^{-14}	2.3286×10^{-14}	5.0386×10^{-4}	0.579
	Quaternion	5.425×10^{-14}		2.9163×10^{-4}	
pdb2kib 352	Classic	2.533×10^{-12}	1.3388×10^{-12}	6.0079×10^{-3}	0.534
	Quaternion	2.539×10^{-12}		3.2111×10^{-3}	
pdb2kjin 158	Classic	1.125×10^{-9}	1.3817×10^{-13}	2.4788×10^{-4}	0.601
	Quaternion	1.125×10^{-9}		1.4894×10^{-4}	
pdb2kjo 158	Classic	2.284×10^{-13}	6.7185×10^{-14}	2.3357×10^{-4}	0.607
	Quaternion	2.421×10^{-13}		1.4172×10^{-4}	
pdb2kjr 572	Classic	3.247×10^{-12}	4.0637×10^{-13}	1.4415×10^{-3}	0.596
	Quaternion	3.251×10^{-12}		8.5930×10^{-4}	
pdb2kko 1300	Classic	1.191×10^{-13}	2.9766×10^{-14}	8.6106×10^{-3}	0.566
	Quaternion	1.285×10^{-13}		4.8727×10^{-3}	
pdb2kl5 662	Classic	1.820×10^{-13}	1.3796×10^{-13}	1.0275×10^{-3}	0.628
	Quaternion	2.020×10^{-13}		6.4496×10^{-4}	
pdb2klz 276	Classic	3.439×10^{-14}	6.4874×10^{-14}	4.7020×10^{-4}	0.593
	Quaternion	4.443×10^{-14}		2.7869×10^{-4}	
pdb2ko1 1060	Classic	1.150×10^{-12}	7.8450×10^{-13}	1.2485×10^{-2}	0.563
	Quaternion	1.151×10^{-12}		7.0322×10^{-3}	
pdb2koz 200	Classic	1.075×10^{-9}	8.8024×10^{-13}	3.0575×10^{-4}	0.626
	Quaternion	1.075×10^{-9}		1.9136×10^{-4}	
pdb2kp0 200	Classic	4.893×10^{-12}	4.2756×10^{-12}	3.0698×10^{-4}	0.618
	Quaternion	5.588×10^{-12}		1.8959×10^{-4}	
pdb2ksg 290	Classic	3.215×10^{-14}	2.4678×10^{-14}	4.3551×10^{-4}	0.608
	Quaternion	3.967×10^{-14}		2.6495×10^{-4}	
pdb2kt8 458	Classic	3.314×10^{-12}	7.1394×10^{-13}	7.0930×10^{-4}	0.625
	Quaternion	3.535×10^{-12}		4.4313×10^{-4}	
pdb2kuh 404	Classic	2.016×10^{-14}	4.0485×10^{-14}	6.8106×10^{-4}	0.634
	Quaternion	2.492×10^{-14}		4.3151×10^{-4}	
pdb2kwh 338	Classic	1.408×10^{-13}	2.9549×10^{-13}	5.2925×10^{-4}	0.600
	Quaternion	1.825×10^{-13}		3.1747×10^{-4}	
pdb2kxa 144	Classic	1.325×10^{-12}	3.5240×10^{-13}	2.1473×10^{-4}	0.625
	Quaternion	1.351×10^{-12}		1.3425×10^{-4}	
pdb2kyb 362	Classic	1.321×10^{-11}	2.6755×10^{-12}	1.6400×10^{-3}	0.565
	Quaternion	1.373×10^{-11}		9.2684×10^{-4}	
pdb2l3m 428	Classic	1.028×10^{-12}	6.9725×10^{-13}	6.7557×10^{-4}	0.621
	Quaternion	9.340×10^{-13}		4.1986×10^{-4}	
pdb2l3n 626	Classic	3.025×10^{-14}	4.4517×10^{-14}	4.0176×10^{-3}	0.559
	Quaternion	3.634×10^{-14}		2.2465×10^{-3}	
pdb2l45 116	Classic	2.236×10^{-14}	8.5325×10^{-14}	1.8187×10^{-4}	0.617
	Quaternion	3.033×10^{-14}		1.1228×10^{-4}	
pdb2l5r 138	Classic	3.529×10^{-14}	1.4398×10^{-14}	2.4104×10^{-4}	0.606
	Quaternion	4.432×10^{-14}		1.4613×10^{-4}	
pdb2l6q 374	Classic	4.959×10^{-9}	1.7792×10^{-8}	5.7492×10^{-4}	0.608
	Quaternion	6.131×10^{-9}		3.4945×10^{-4}	

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2l6r 374	Classic	7.323×10^{-10}	2.4265×10^{-11}	6.1184×10^{-4}	0.610
	Quaternion	7.325×10^{-10}		3.7345×10^{-4}	
pdb2l98 434	Classic	3.273×10^{-13}	8.9102×10^{-13}	6.8739×10^{-4}	0.613
	Quaternion	3.638×10^{-13}		4.2127×10^{-4}	
pdb2lci 806	Classic	2.579×10^{-13}	8.2767×10^{-14}	1.3251×10^{-3}	0.614
	Quaternion	2.404×10^{-13}		8.1420×10^{-4}	
pdb2lde 152	Classic	3.153×10^{-14}	4.1691×10^{-14}	2.2579×10^{-4}	0.604
	Quaternion	3.762×10^{-14}		1.3643×10^{-4}	
pdb2le2 676	Classic	2.064×10^{-13}	7.7661×10^{-14}	1.2162×10^{-2}	0.562
	Quaternion	2.042×10^{-13}		6.8292×10^{-3}	
pdb2le7 122	Classic	2.112×10^{-14}	3.9789×10^{-14}	1.8287×10^{-4}	0.606
	Quaternion	2.749×10^{-14}		1.1091×10^{-4}	
pdb2ler 68	Classic	1.315×10^{-14}	2.1465×10^{-14}	9.8364×10^{-5}	0.610
	Quaternion	1.532×10^{-14}		5.9976×10^{-5}	
pdb2lgi 338	Classic	1.068×10^{-12}	1.8917×10^{-13}	5.3405×10^{-4}	0.619
	Quaternion	1.052×10^{-12}		3.3074×10^{-4}	
pdb2lhc 338	Classic	5.829×10^{-10}	2.1362×10^{-12}	5.7812×10^{-4}	0.601
	Quaternion	5.830×10^{-10}		3.4725×10^{-4}	
pdb2lhd 338	Classic	1.930×10^{-12}	2.3902×10^{-12}	7.2693×10^{-4}	0.596
	Quaternion	2.033×10^{-12}		4.3294×10^{-4}	
pdb2lhe 338	Classic	4.963×10^{-11}	4.8488×10^{-13}	6.9959×10^{-4}	0.602
	Quaternion	4.967×10^{-11}		4.2128×10^{-4}	
pdb2lhg 338	Classic	6.459×10^{-14}	5.9754×10^{-14}	5.4166×10^{-4}	0.632
	Quaternion	7.322×10^{-14}		3.4252×10^{-4}	
pdb2lix 162	Classic	4.842×10^{-14}	7.8975×10^{-14}	2.5511×10^{-4}	0.619
	Quaternion	5.614×10^{-14}		1.5798×10^{-4}	
pdb2lld 242	Classic	1.937×10^{-13}	2.2642×10^{-13}	3.8603×10^{-4}	0.639
	Quaternion	2.214×10^{-13}		2.4657×10^{-4}	
pdb2lm9 578	Classic	6.254×10^{-14}	1.5079×10^{-13}	9.2867×10^{-4}	0.602
	Quaternion	7.713×10^{-14}		5.5919×10^{-4}	
pdb2lmf 140	Classic	1.282×10^{-13}	7.9808×10^{-14}	2.0512×10^{-4}	0.596
	Quaternion	1.462×10^{-13}		1.2216×10^{-4}	
pdb2ln3 500	Classic	1.292×10^{-13}	8.4114×10^{-14}	8.2481×10^{-4}	0.614
	Quaternion	1.359×10^{-13}		5.0672×10^{-4}	
pdb2lo2 230	Classic	2.068×10^{-14}	3.6944×10^{-14}	3.5286×10^{-4}	0.615
	Quaternion	2.571×10^{-14}		2.1708×10^{-4}	
pdb2lqp 428	Classic	2.950×10^{-13}	4.7561×10^{-13}	6.8026×10^{-4}	0.616
	Quaternion	3.085×10^{-13}		4.1891×10^{-4}	
pdb2lr0 806	Classic	3.549×10^{-12}	6.0485×10^{-13}	1.3663×10^{-3}	0.617
	Quaternion	3.440×10^{-12}		8.4248×10^{-4}	
pdb2lrh 806	Classic	5.631×10^{-13}	3.2048×10^{-13}	1.3271×10^{-3}	0.614
	Quaternion	6.564×10^{-13}		8.1453×10^{-4}	
pdb2ls9 152	Classic	1.122×10^{-13}	3.7128×10^{-13}	2.1166×10^{-4}	0.613
	Quaternion	1.471×10^{-13}		1.2974×10^{-4}	
pdb2lsa 140	Classic	5.235×10^{-14}	1.5385×10^{-13}	2.0973×10^{-4}	0.620
	Quaternion	7.034×10^{-14}		1.3006×10^{-4}	
pdb2lss 422	Classic	1.230×10^{-13}	1.6926×10^{-13}	6.5717×10^{-4}	0.635
	Quaternion	1.455×10^{-13}		4.1698×10^{-4}	
pdb2lt3 680	Classic	7.245×10^{-14}	5.2634×10^{-14}	1.0848×10^{-3}	0.634
	Quaternion	7.760×10^{-14}		6.8766×10^{-4}	
pdb2lu6 86	Classic	5.356×10^{-15}	4.1890×10^{-15}	1.3180×10^{-4}	0.596
	Quaternion	6.922×10^{-15}		7.8526×10^{-5}	
pdb2lwa 432	Classic	3.615×10^{-13}	9.3395×10^{-13}	6.6402×10^{-4}	0.619
	Quaternion	4.427×10^{-13}		4.1102×10^{-4}	

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2lx0 194	Classic	1.940×10^{-9}		3.1226×10^{-4}	
	Quaternion	1.940×10^{-9}	2.0923×10^{-13}	1.9112×10^{-4}	0.612
pdb2lxb 892	Classic	1.542×10^{-13}		1.8311×10^{-3}	
	Quaternion	1.585×10^{-13}	1.6837×10^{-13}	1.1032×10^{-3}	0.602
pdb2lxy 404	Classic	9.313×10^{-13}		8.0258×10^{-4}	
	Quaternion	1.025×10^{-12}	1.6618×10^{-12}	4.8297×10^{-4}	0.602
pdb2lxz 194	Classic	2.371×10^{-12}		3.2047×10^{-4}	
	Quaternion	2.792×10^{-12}	1.9895×10^{-12}	1.9884×10^{-4}	0.620
pdb2lzf 820	Classic	3.217×10^{-14}		3.6701×10^{-2}	
	Quaternion	3.957×10^{-14}	1.2991×10^{-13}	2.0489×10^{-2}	0.558
pdb2mla 158	Classic	6.346×10^{-15}		2.8770×10^{-4}	
	Quaternion	7.612×10^{-15}	6.5801×10^{-15}	1.6947×10^{-4}	0.589
pdb2mlj 182	Classic	1.865×10^{-14}		2.9298×10^{-4}	
	Quaternion	2.212×10^{-14}	6.6915×10^{-14}	1.7721×10^{-4}	0.605
pdb2m2y 110	Classic	2.699×10^{-13}		1.6766×10^{-4}	
	Quaternion	2.808×10^{-13}	1.4386×10^{-13}	1.0300×10^{-4}	0.614
pdb2m3f 134	Classic	3.629×10^{-14}		1.9549×10^{-4}	
	Quaternion	4.641×10^{-14}	5.8107×10^{-14}	1.1839×10^{-4}	0.606
pdb2m4j 2178	Classic	1.463×10^{-11}		3.0899×10^{-2}	
	Quaternion	1.455×10^{-11}	1.8385×10^{-13}	1.6683×10^{-2}	0.540
pdb2m8m 170	Classic	2.407×10^{-14}		2.4356×10^{-4}	
	Quaternion	3.023×10^{-14}	1.1738×10^{-13}	1.5232×10^{-4}	0.625
pdb2m8o 170	Classic	1.672×10^{-14}		2.3852×10^{-4}	
	Quaternion	2.039×10^{-14}	2.4755×10^{-14}	1.5126×10^{-4}	0.634
pdb2m97 416	Classic	4.646×10^{-14}		6.4149×10^{-4}	
	Quaternion	5.841×10^{-14}	2.0639×10^{-13}	4.0543×10^{-4}	0.632
pdb2m9g 1108	Classic	2.939×10^{-13}		1.8543×10^{-3}	
	Quaternion	3.170×10^{-13}	5.8913×10^{-13}	1.1475×10^{-3}	0.619
pdb2m9r 242	Classic	3.537×10^{-14}		3.8746×10^{-4}	
	Quaternion	4.406×10^{-14}	1.6694×10^{-13}	2.2436×10^{-4}	0.579
pdb2mdv 460	Classic	3.178×10^{-12}		1.7907×10^{-3}	
	Quaternion	3.178×10^{-12}	3.0402×10^{-13}	1.0462×10^{-3}	0.584
pdb2me1 164	Classic	1.886×10^{-13}		2.4024×10^{-4}	
	Quaternion	2.208×10^{-13}	1.6579×10^{-13}	1.4629×10^{-4}	0.609
pdb2me2 164	Classic	3.667×10^{-13}		2.5397×10^{-4}	
	Quaternion	5.098×10^{-13}	1.1486×10^{-12}	1.5353×10^{-4}	0.605
pdb2me3 164	Classic	2.593×10^{-9}		2.3516×10^{-4}	
	Quaternion	2.593×10^{-9}	9.2137×10^{-14}	1.4335×10^{-4}	0.610
pdb2me4 164	Classic	2.854×10^{-9}		2.7671×10^{-4}	
	Quaternion	2.854×10^{-9}	9.9945×10^{-13}	1.6638×10^{-4}	0.601
pdb2mg1 164	Classic	4.398×10^{-14}		2.3575×10^{-4}	
	Quaternion	5.374×10^{-14}	1.5805×10^{-13}	1.4662×10^{-4}	0.622
pdb2mg2 170	Classic	1.829×10^{-14}		2.4349×10^{-4}	
	Quaternion	2.480×10^{-14}	2.5921×10^{-14}	1.5351×10^{-4}	0.630
pdb2mg3 170	Classic	3.541×10^{-14}		2.5354×10^{-4}	
	Quaternion	4.461×10^{-14}	2.4798×10^{-13}	1.5851×10^{-4}	0.625
pdb2mh8 338	Classic	1.547×10^{-13}		5.5605×10^{-4}	
	Quaternion	1.883×10^{-13}	2.9903×10^{-13}	3.4429×10^{-4}	0.619
pdb2mhw 164	Classic	6.229×10^{-14}		2.5108×10^{-4}	
	Quaternion	7.129×10^{-14}	4.9718×10^{-13}	1.5714×10^{-4}	0.626
pdb2mi1 84	Classic	1.827×10^{-12}		1.3281×10^{-4}	
	Quaternion	2.052×10^{-12}	1.5687×10^{-12}	8.2475×10^{-5}	0.621
pdb2mi7 404	Classic	6.022×10^{-13}		5.8600×10^{-4}	
	Quaternion	6.817×10^{-13}	1.3690×10^{-12}	3.5786×10^{-4}	0.611

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2mij 224	Classic	1.244×10^{-13}	2.8681×10^{-13}	3.3831×10^{-4}	0.611
	Quaternion	1.522×10^{-13}		2.0663×10^{-4}	
pdb2mix 128	Classic	4.816×10^{-14}	3.7348×10^{-14}	1.9065×10^{-4}	0.623
	Quaternion	4.684×10^{-14}		1.1873×10^{-4}	
pdb2mj1 110	Classic	1.309×10^{-13}	2.3819×10^{-13}	1.7651×10^{-4}	0.609
	Quaternion	1.646×10^{-13}		1.0746×10^{-4}	
pdb2mj2 218	Classic	9.775×10^{-14}	8.8713×10^{-14}	3.4006×10^{-4}	0.597
	Quaternion	1.196×10^{-13}		2.0304×10^{-4}	
pdb2mjg 556	Classic	5.503×10^{-14}	7.0670×10^{-14}	2.1403×10^{-3}	0.565
	Quaternion	6.580×10^{-14}		1.2087×10^{-3}	
pdb2mji 788	Classic	3.207×10^{-12}	2.7336×10^{-13}	1.2480×10^{-3}	0.637
	Quaternion	3.247×10^{-12}		7.9502×10^{-4}	
pdb2mle 434	Classic	1.491×10^{-13}	3.1271×10^{-13}	7.0584×10^{-4}	0.608
	Quaternion	1.535×10^{-13}		4.2886×10^{-4}	
pdb2mlf 434	Classic	9.918×10^{-14}	9.2903×10^{-14}	7.0616×10^{-4}	0.613
	Quaternion	1.128×10^{-13}		4.3297×10^{-4}	
pdb2mo5 854	Classic	2.527×10^{-10}	1.0204×10^{-12}	1.3908×10^{-3}	0.629
	Quaternion	2.527×10^{-10}		8.7516×10^{-4}	
pdb2mpu 554	Classic	9.785×10^{-14}	1.0352×10^{-13}	8.9773×10^{-4}	0.625
	Quaternion	1.016×10^{-13}		5.6068×10^{-4}	
pdb2mra 704	Classic	2.632×10^{-13}	1.2867×10^{-13}	1.4008×10^{-3}	0.601
	Quaternion	2.768×10^{-13}		8.4120×10^{-4}	
pdb2msu 122	Classic	7.813×10^{-14}	3.7025×10^{-14}	2.0173×10^{-4}	0.605
	Quaternion	8.765×10^{-14}		1.2208×10^{-4}	
pdb2mty 120	Classic	1.849×10^{-14}	9.1457×10^{-14}	2.1012×10^{-4}	0.601
	Quaternion	2.364×10^{-14}		1.2629×10^{-4}	
pdb2muh 98	Classic	2.008×10^{-13}	1.4292×10^{-13}	1.4547×10^{-4}	0.605
	Quaternion	2.251×10^{-13}		8.7958×10^{-5}	
pdb2mvj 156	Classic	1.534×10^{-13}	5.5998×10^{-14}	2.4181×10^{-4}	0.595
	Quaternion	1.647×10^{-13}		1.4392×10^{-4}	
pdb2mvt 284	Classic	6.053×10^{-12}	3.1969×10^{-12}	5.6681×10^{-4}	0.599
	Quaternion	6.226×10^{-12}		3.3934×10^{-4}	
pdb2mvx 2360	Classic	4.728×10^{-9}	3.7181×10^{-11}	2.1984×10^{-2}	0.551
	Quaternion	4.729×10^{-9}		1.2119×10^{-2}	
pdb2mz6 220	Classic	4.129×10^{-8}	4.4231×10^{-13}	2.8851×10^{-2}	0.527
	Quaternion	4.129×10^{-8}		1.5215×10^{-2}	
pdb2n00 572	Classic	2.703×10^{-13}	7.3499×10^{-13}	7.8567×10^{-4}	0.629
	Quaternion	3.467×10^{-13}		4.9399×10^{-4}	
pdb2n0b 60	Classic	7.104×10^{-13}	8.9441×10^{-13}	9.1258×10^{-5}	0.608
	Quaternion	9.458×10^{-13}		5.5481×10^{-5}	
pdb2n0c 60	Classic	1.293×10^{-13}	2.8483×10^{-13}	8.9546×10^{-5}	0.592
	Quaternion	1.682×10^{-13}		5.3031×10^{-5}	
pdb2n0d 60	Classic	1.925×10^{-9}	1.6149×10^{-11}	8.7136×10^{-5}	0.617
	Quaternion	1.926×10^{-9}		5.3740×10^{-5}	
pdb2n0e 60	Classic	3.314×10^{-12}	8.3573×10^{-12}	8.9640×10^{-5}	0.623
	Quaternion	4.286×10^{-12}		5.5845×10^{-5}	
pdb2n0f 60	Classic	8.103×10^{-9}	5.8011×10^{-13}	8.4756×10^{-5}	0.609
	Quaternion	8.103×10^{-9}		5.1625×10^{-5}	
pdb2n0g 60	Classic	8.315×10^{-13}	1.3124×10^{-13}	1.0130×10^{-4}	0.595
	Quaternion	9.618×10^{-13}		6.0317×10^{-5}	
pdb2n0h 60	Classic	7.690×10^{-13}	1.8191×10^{-13}	9.3479×10^{-5}	0.623
	Quaternion	8.730×10^{-13}		5.8237×10^{-5}	
pdb2n35 314	Classic	3.541×10^{-14}	1.0752×10^{-13}	4.9604×10^{-4}	0.620
	Quaternion	4.466×10^{-14}		3.0774×10^{-4}	

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2n3a 574	Classic	8.761×10^{-14}		1.6767×10^{-2}	
	Quaternion	1.049×10^{-13}	1.0149×10^{-13}	8.9551×10^{-3}	0.534
pdb2n41 638	Classic	1.812×10^{-13}		1.0753×10^{-3}	
	Quaternion	1.836×10^{-13}	8.2539×10^{-14}	6.5707×10^{-4}	0.611
pdb2n4e 638	Classic	1.494×10^{-13}		1.0563×10^{-3}	
	Quaternion	1.687×10^{-13}	1.8433×10^{-13}	6.5324×10^{-4}	0.618
pdb2n5q 164	Classic	1.732×10^{-12}		2.5502×10^{-4}	
	Quaternion	1.745×10^{-12}	1.7589×10^{-12}	1.6074×10^{-4}	0.630
pdb2n67 566	Classic	4.443×10^{-13}		9.0517×10^{-4}	
	Quaternion	4.465×10^{-13}	6.3487×10^{-14}	5.6303×10^{-4}	0.622
pdb2n6n 192	Classic	4.139×10^{-8}		3.0612×10^{-4}	
	Quaternion	4.139×10^{-8}	5.0670×10^{-13}	1.9266×10^{-4}	0.629
pdb2n7i 224	Classic	9.212×10^{-13}		3.4800×10^{-4}	
	Quaternion	1.126×10^{-12}	3.0537×10^{-12}	2.1033×10^{-4}	0.604
pdb2n7j 336	Classic	5.969×10^{-13}		5.5604×10^{-4}	
	Quaternion	6.094×10^{-13}	1.5144×10^{-13}	3.3764×10^{-4}	0.607
pdb2n9b 832	Classic	1.196×10^{-12}		7.5212×10^{-3}	
	Quaternion	1.238×10^{-12}	1.1231×10^{-12}	4.0541×10^{-3}	0.539
pdb2na9 266	Classic	5.440×10^{-14}		3.9985×10^{-4}	
	Quaternion	6.690×10^{-14}	5.4544×10^{-14}	2.3943×10^{-4}	0.599
pdb2ndc 110	Classic	3.365×10^{-14}		1.7449×10^{-4}	
	Quaternion	4.479×10^{-14}	5.1916×10^{-14}	1.0603×10^{-4}	0.608
pdb2nde 110	Classic	7.022×10^{-14}		1.5498×10^{-4}	
	Quaternion	8.868×10^{-14}	2.5156×10^{-13}	9.5265×10^{-5}	0.615
pdb2ndk 290	Classic	5.022×10^{-13}		4.3875×10^{-4}	
	Quaternion	6.279×10^{-13}	2.0516×10^{-12}	2.6635×10^{-4}	0.607
pdb2nvj 152	Classic	2.082×10^{-14}		2.1106×10^{-4}	
	Quaternion	2.293×10^{-14}	1.4035×10^{-14}	1.3248×10^{-4}	0.628
pdb2p6j 314	Classic	4.795×10^{-14}		4.9868×10^{-4}	
	Quaternion	6.389×10^{-14}	1.1404×10^{-13}	3.0174×10^{-4}	0.605
pdb2p81 266	Classic	7.881×10^{-13}		4.0170×10^{-4}	
	Quaternion	8.250×10^{-13}	4.3715×10^{-13}	2.4128×10^{-4}	0.601
pdb2pqe 896	Classic	6.484×10^{-10}		1.7464×10^{-3}	
	Quaternion	6.496×10^{-10}	8.5673×10^{-12}	1.0742×10^{-3}	0.615
pdb2rlg 108	Classic	5.501×10^{-14}		1.7141×10^{-4}	
	Quaternion	6.973×10^{-14}	6.8873×10^{-14}	1.0328×10^{-4}	0.603
pdb2rlh 108	Classic	4.772×10^{-14}		1.8381×10^{-4}	
	Quaternion	5.801×10^{-14}	3.9131×10^{-14}	1.1035×10^{-4}	0.600
pdb2rmy 206	Classic	1.872×10^{-13}		3.2133×10^{-4}	
	Quaternion	2.498×10^{-13}	3.6453×10^{-13}	1.9158×10^{-4}	0.596
pdb2rnd 206	Classic	2.626×10^{-13}		3.1245×10^{-4}	
	Quaternion	3.581×10^{-13}	4.9979×10^{-13}	1.8852×10^{-4}	0.603
pdb2roo 260	Classic	2.933×10^{-12}		9.2680×10^{-4}	
	Quaternion	3.525×10^{-12}	3.5927×10^{-12}	5.2709×10^{-4}	0.569
pdb2rql 572	Classic	2.345×10^{-12}		1.2692×10^{-3}	
	Quaternion	2.496×10^{-12}	8.7086×10^{-13}	7.5430×10^{-4}	0.594
pdb2rut 218	Classic	4.389×10^{-14}		3.3457×10^{-4}	
	Quaternion	5.014×10^{-14}	3.5338×10^{-13}	2.0440×10^{-4}	0.611
pdb2ruv 224	Classic	5.776×10^{-14}		3.4892×10^{-4}	
	Quaternion	7.408×10^{-14}	1.2473×10^{-13}	2.1174×10^{-4}	0.607
pdb2rux 218	Classic	2.671×10^{-14}		3.5268×10^{-4}	
	Quaternion	3.016×10^{-14}	6.2140×10^{-14}	2.1558×10^{-4}	0.611
pdb2ruy 224	Classic	1.968×10^{-14}		3.5150×10^{-4}	
	Quaternion	2.387×10^{-14}	6.4254×10^{-14}	2.1187×10^{-4}	0.603

Table 2: Results - continued

Problem Size	Method	MDE	RMSD	Time	Ratio
pdb2rv3 218	Classic	3.656×10^{-14}	6.3794×10^{-14}	3.5977×10^{-4}	0.605
	Quaternion	4.118×10^{-14}		2.1748×10^{-4}	
pdb2rv5 212	Classic	1.145×10^{-14}	1.6010×10^{-14}	3.3397×10^{-4}	0.611
	Quaternion	1.338×10^{-14}		2.0422×10^{-4}	
pdb2y4q 476	Classic	1.410×10^{-12}	2.0648×10^{-13}	7.3303×10^{-4}	0.615
	Quaternion	1.451×10^{-12}		4.5092×10^{-4}	

1.2 Using BP-All versions

Table 3: Results

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb1a57 698	ClassicAll	8	3.1806×10^{-11}	5	2.096×10^{-11}	6.9182×10^{-3}	0.728
	QuaternionAll	8	3.3550×10^{-11}	5	2.092×10^{-11}	5.0382×10^{-3}	
pdb1b4c 1108	ClassicAll	8	2.6824×10^{-12}	5	5.067×10^{-13}	1.2052×10^{-2}	0.598
	QuaternionAll	8	3.4662×10^{-12}	5	5.493×10^{-13}	7.2075×10^{-3}	
pdb1ba5 320	ClassicAll	8	3.5621×10^{-2}	6	9.363×10^{-13}	1.2507×10^{-3}	0.811
	QuaternionAll	8	3.5621×10^{-2}	6	1.069×10^{-12}	1.0149×10^{-3}	
pdb1d1n 594	ClassicAll	2	2.9766×10^{-11}	1	1.005×10^{-11}	2.2555×10^{-3}	0.684
	QuaternionAll	2	2.9311×10^{-11}	1	9.672×10^{-12}	1.5438×10^{-3}	
pdb1dp3 332	ClassicAll	8	4.9981×10^{-5}	2	7.704×10^{-13}	1.3026×10^{-3}	0.804
	QuaternionAll	8	4.9981×10^{-5}	2	8.940×10^{-13}	1.0477×10^{-3}	
pdb1du1 122	ClassicAll	16	6.6600×10^{-13}	1	8.225×10^{-13}	5.9706×10^{-4}	0.892
	QuaternionAll	16	1.6577×10^{-12}	1	1.258×10^{-12}	5.3243×10^{-4}	
pdb1eii 806	ClassicAll	8	1.9451×10^{-10}	1	1.393×10^{-11}	3.3491×10^{-3}	0.812
	QuaternionAll	8	1.8740×10^{-10}	1	1.365×10^{-11}	2.7209×10^{-3}	
pdb1fcl 338	ClassicAll	8	1.5447×10^{-11}	2	4.542×10^{-12}	2.3501×10^{-3}	0.533
	QuaternionAll	8	1.5223×10^{-11}	2	4.515×10^{-12}	1.2523×10^{-3}	
pdb1fd6 344	ClassicAll	8	2.0242×10^{-5}	2	3.182×10^{-12}	2.0331×10^{-3}	0.565
	QuaternionAll	8	2.0242×10^{-5}	2	3.193×10^{-12}	1.1489×10^{-3}	
pdb1hf9 496	ClassicAll	8	9.0139×10^{-10}	6	1.156×10^{-11}	3.3232×10^{-2}	0.656
	QuaternionAll	8	9.0282×10^{-10}	6	1.180×10^{-11}	2.1811×10^{-2}	
pdb1i2u 266	ClassicAll	8	1.3842×10^{-3}	2	5.562×10^{-13}	1.5846×10^{-3}	0.689
	QuaternionAll	8	1.3842×10^{-3}	2	5.609×10^{-13}	1.0920×10^{-3}	
pdb1i2v 266	ClassicAll	8	8.9125×10^{-13}	5	2.422×10^{-13}	1.5690×10^{-3}	0.685
	QuaternionAll	8	8.8206×10^{-13}	5	2.525×10^{-13}	1.0743×10^{-3}	
pdb1ijc 380	ClassicAll	8	9.1858×10^{-11}	2	1.408×10^{-11}	3.1831×10^{-3}	0.639
	QuaternionAll	8	9.4110×10^{-11}	2	1.426×10^{-11}	2.0327×10^{-3}	
pdb1jlz 140	ClassicAll	8	1.2304×10^{-4}	1	5.594×10^{-13}	8.1780×10^{-4}	0.677
	QuaternionAll	8	1.2304×10^{-4}	1	5.965×10^{-13}	5.5375×10^{-4}	
pdb1jw3 842	ClassicAll	8	1.9618×10^{-12}	2	5.936×10^{-13}	5.2284×10^{-3}	0.672
	QuaternionAll	8	1.8088×10^{-12}	2	5.897×10^{-13}	3.5114×10^{-3}	
pdb1k0v 440	ClassicAll	8	8.3940×10^{-5}	2	1.893×10^{-13}	2.7266×10^{-3}	0.683
	QuaternionAll	8	8.3940×10^{-5}	2	1.894×10^{-13}	1.8617×10^{-3}	
pdb1k2h 1120	ClassicAll	8	1.9788×10^{-4}	2	5.490×10^{-13}	2.0608×10^{-2}	0.570
	QuaternionAll	8	1.9788×10^{-4}	2	5.198×10^{-13}	1.1749×10^{-2}	
pdb1k36 278	ClassicAll	8	1.6100×10^{-10}	1	8.820×10^{-12}	1.8790×10^{-3}	0.657
	QuaternionAll	8	1.8077×10^{-10}	1	1.081×10^{-11}	1.2348×10^{-3}	
pdb1k37 278	ClassicAll	8	2.1407×10^{-12}	2	4.711×10^{-13}	2.6549×10^{-3}	0.622
	QuaternionAll	8	2.0318×10^{-12}	2	4.988×10^{-13}	1.6523×10^{-3}	
pdb1kuw 62	ClassicAll	8	1.8706×10^{-4}	1	9.229×10^{-14}	3.4102×10^{-4}	0.682
	QuaternionAll	8	1.8706×10^{-4}	1	1.130×10^{-13}	2.3265×10^{-4}	
pdb1kz0 98	ClassicAll	8	6.7512×10^{-13}	1	4.404×10^{-14}	5.5536×10^{-4}	0.684
	QuaternionAll	8	6.2568×10^{-13}	1	5.880×10^{-14}	3.7998×10^{-4}	
pdb1kz2 98	ClassicAll	8	3.1076×10^{-6}	1	2.119×10^{-14}	5.6129×10^{-4}	0.690
	QuaternionAll	8	3.1076×10^{-6}	1	2.886×10^{-14}	3.8757×10^{-4}	
pdb1kz5 74	ClassicAll	8	4.8094×10^{-13}	1	4.081×10^{-14}	4.1086×10^{-4}	0.681
	QuaternionAll	8	5.2716×10^{-13}	1	4.738×10^{-14}	2.7979×10^{-4}	
pdb1lvz 68	ClassicAll	8	1.4708×10^{-3}	1	6.336×10^{-14}	3.7435×10^{-4}	0.677
	QuaternionAll	8	1.4708×10^{-3}	1	7.315×10^{-14}	2.5337×10^{-4}	
pdb1m4e 122	ClassicAll	8	5.4966×10^{-12}	1	5.949×10^{-13}	6.9394×10^{-4}	0.690
	QuaternionAll	8	5.5048×10^{-12}	1	5.972×10^{-13}	4.7876×10^{-4}	
pdb1ma2 104	ClassicAll	8	1.7458×10^{-10}	2	8.695×10^{-12}	8.2408×10^{-4}	0.634
	QuaternionAll	8	1.7467×10^{-10}	2	8.757×10^{-12}	5.2271×10^{-4}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb1ma4 104	ClassicAll	8	5.4569×10^{-4}	2	7.247×10^{-14}	1.4405×10^{-3}	0.571
	QuaternionAll	8	5.4569×10^{-4}	2	7.977×10^{-14}	8.2199×10^{-4}	
pdb1ma5 104	ClassicAll	8	9.6358×10^{-5}	1	8.169×10^{-13}	5.9293×10^{-4}	0.686
	QuaternionAll	8	9.6358×10^{-5}	1	9.044×10^{-13}	4.0681×10^{-4}	
pdb1ma6 104	ClassicAll	8	1.2440×10^{-11}	2	6.283×10^{-13}	5.9324×10^{-4}	0.689
	QuaternionAll	8	1.4288×10^{-11}	2	8.487×10^{-13}	4.0888×10^{-4}	
pdb1mpe 1352	ClassicAll	8	5.1722×10^{-10}	2	2.617×10^{-11}	2.4245×10^{-2}	0.580
	QuaternionAll	8	5.1751×10^{-10}	2	2.624×10^{-11}	1.4071×10^{-2}	
pdb1nd9 296	ClassicAll	24	1.0508×10^{-12}	2	3.026×10^{-13}	2.6582×10^{-3}	0.809
	QuaternionAll	24	8.9082×10^{-13}	2	3.845×10^{-13}	2.1501×10^{-3}	
pdb1ne5 254	ClassicAll	128	1.4845×10^{-11}	33	1.214×10^{-12}	2.2463×10^{-2}	0.669
	QuaternionAll	128	1.5105×10^{-11}	33	1.384×10^{-12}	1.5027×10^{-2}	
pdb1nmj 170	ClassicAll	8	2.3883×10^{-13}	7	1.236×10^{-14}	9.7190×10^{-4}	0.683
	QuaternionAll	8	2.3832×10^{-13}	7	1.422×10^{-14}	6.6399×10^{-4}	
pdb1o53 92	ClassicAll	8	1.0887×10^{-11}	2	3.999×10^{-13}	3.3305×10^{-4}	0.850
	QuaternionAll	8	1.1252×10^{-11}	2	4.527×10^{-13}	2.8306×10^{-4}	
pdb1oqp 580	ClassicAll	8	2.9348×10^{-3}	2	7.045×10^{-14}	1.2779×10^{-2}	0.639
	QuaternionAll	8	2.9348×10^{-3}	2	8.314×10^{-14}	8.1624×10^{-3}	
pdb1plw 32	ClassicAll	8	3.0310×10^{-13}	2	2.830×10^{-14}	1.0773×10^{-4}	0.823
	QuaternionAll	8	3.2973×10^{-13}	2	3.112×10^{-14}	8.8610×10^{-5}	
pdb1plx 32	ClassicAll	8	2.8525×10^{-4}	1	1.574×10^{-13}	1.0619×10^{-4}	0.825
	QuaternionAll	8	2.8525×10^{-4}	1	2.060×10^{-13}	8.7592×10^{-5}	
pdb1pv0 278	ClassicAll	32	1.3024×10^{-11}	1	2.409×10^{-13}	4.0445×10^{-3}	0.822
	QuaternionAll	32	1.3017×10^{-11}	1	2.723×10^{-13}	3.3245×10^{-3}	
pdb1pzz 724	ClassicAll	8	3.9940×10^{-10}	1	5.644×10^{-12}	1.8975×10^{-1}	0.617
	QuaternionAll	8	3.9046×10^{-10}	1	5.871×10^{-12}	1.1706×10^{-1}	
pdb1qlk 1108	ClassicAll	32	3.1378×10^{-5}	17	2.634×10^{-13}	2.3192×10^{-2}	0.795
	QuaternionAll	32	3.1378×10^{-5}	17	2.870×10^{-13}	1.8448×10^{-2}	
pdb1r57 614	ClassicAll	8	4.3330×10^{-3}	2	1.847×10^{-13}	2.3996×10^{-3}	0.846
	QuaternionAll	8	4.3330×10^{-3}	2	2.054×10^{-13}	2.0309×10^{-3}	
pdb1ry3 386	ClassicAll	16	9.1924×10^{-12}	2	4.938×10^{-13}	2.8989×10^{-3}	0.828
	QuaternionAll	16	9.4285×10^{-12}	2	5.913×10^{-13}	2.3999×10^{-3}	
pdb1s4h 80	ClassicAll	32	1.4643×10^{-4}	10	4.696×10^{-13}	9.0118×10^{-4}	0.868
	QuaternionAll	32	1.4643×10^{-4}	10	6.351×10^{-13}	7.8235×10^{-4}	
pdb1s4j 80	ClassicAll	16	5.8507×10^{-12}	2	1.520×10^{-13}	3.9940×10^{-4}	0.921
	QuaternionAll	16	5.8479×10^{-12}	2	2.083×10^{-13}	3.6789×10^{-4}	
pdb1s6j 524	ClassicAll	24	6.0202×10^{-5}	1	6.073×10^{-13}	3.5253×10^{-3}	0.906
	QuaternionAll	24	6.0202×10^{-5}	1	7.660×10^{-13}	3.1956×10^{-3}	
pdb1sa8 638	ClassicAll	8	1.7170×10^{-3}	1	9.340×10^{-13}	2.5239×10^{-3}	0.855
	QuaternionAll	8	1.7170×10^{-3}	1	1.034×10^{-12}	2.1580×10^{-3}	
pdb1t2y 152	ClassicAll	8	2.5460×10^{-4}	1	1.887×10^{-13}	5.8395×10^{-4}	0.856
	QuaternionAll	8	2.5460×10^{-4}	1	2.396×10^{-13}	4.9999×10^{-4}	
pdb1t5q 180	ClassicAll	2	1.0265×10^{-12}	1	3.877×10^{-14}	4.8259×10^{-4}	0.735
	QuaternionAll	2	1.0480×10^{-12}	1	5.093×10^{-14}	3.5479×10^{-4}	
pdb1tot 314	ClassicAll	8	3.4218×10^{-3}	5	6.151×10^{-14}	1.2371×10^{-3}	0.854
	QuaternionAll	8	3.4218×10^{-3}	5	6.855×10^{-14}	1.0570×10^{-3}	
pdb1v6r 128	ClassicAll	8	1.3650×10^{-4}	2	6.835×10^{-13}	7.2989×10^{-4}	0.795
	QuaternionAll	8	1.3650×10^{-4}	2	6.971×10^{-13}	5.8035×10^{-4}	
pdb1v92 278	ClassicAll	8	3.1327×10^{-5}	1	1.463×10^{-13}	1.0816×10^{-3}	0.843
	QuaternionAll	8	3.1327×10^{-5}	1	1.630×10^{-13}	9.1192×10^{-4}	
pdb1vd7 140	ClassicAll	16	7.8801×10^{-12}	5	6.342×10^{-13}	6.9567×10^{-4}	0.907
	QuaternionAll	16	7.9022×10^{-12}	5	7.439×10^{-13}	6.3072×10^{-4}	
pdb1vd9 140	ClassicAll	8	1.5514×10^{-11}	1	1.290×10^{-12}	5.4786×10^{-4}	0.838
	QuaternionAll	8	1.5541×10^{-11}	1	1.554×10^{-12}	4.5883×10^{-4}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb1vdb 140	ClassicAll	8	8.5740×10^{-12}	2	9.108×10^{-13}	5.1276×10^{-4}	0.836
	QuaternionAll	8	8.5291×10^{-12}	2	1.082×10^{-12}	4.2892×10^{-4}	
pdb1vpc 272	ClassicAll	8	4.3482×10^{-4}	6	8.510×10^{-15}	1.0645×10^{-3}	0.826
	QuaternionAll	8	4.3482×10^{-4}	6	1.002×10^{-14}	8.7887×10^{-4}	
pdb1wnk 140	ClassicAll	16	2.2292×10^{-10}	1	4.112×10^{-12}	7.2754×10^{-4}	0.894
	QuaternionAll	16	2.2177×10^{-10}	1	4.632×10^{-12}	6.5065×10^{-4}	
pdb1wo4 152	ClassicAll	8	4.6193×10^{-5}	2	9.957×10^{-13}	5.5957×10^{-4}	0.842
	QuaternionAll	8	4.6193×10^{-5}	2	9.634×10^{-13}	4.7131×10^{-4}	
pdb1wo5 152	ClassicAll	32	2.7147×10^{-10}	13	2.372×10^{-12}	1.2759×10^{-3}	0.948
	QuaternionAll	32	2.7625×10^{-10}	13	2.514×10^{-12}	1.2096×10^{-3}	
pdb1x60 476	ClassicAll	16	6.7449×10^{-12}	1	1.076×10^{-12}	3.6767×10^{-3}	0.838
	QuaternionAll	16	6.9447×10^{-12}	1	1.179×10^{-12}	3.0802×10^{-3}	
pdb1x9v 544	ClassicAll	8	1.1547×10^{-4}	6	8.968×10^{-13}	3.7460×10^{-2}	0.706
	QuaternionAll	8	1.1547×10^{-4}	6	9.611×10^{-13}	2.6436×10^{-2}	
pdb1y5c 68	ClassicAll	16	8.7435×10^{-13}	5	7.693×10^{-14}	3.2191×10^{-4}	0.899
	QuaternionAll	16	8.2242×10^{-13}	5	9.383×10^{-14}	2.8941×10^{-4}	
pdb1yx7 500	ClassicAll	16	1.3647×10^{-10}	9	3.509×10^{-12}	3.0816×10^{-3}	0.863
	QuaternionAll	16	1.4245×10^{-10}	9	4.348×10^{-12}	2.6598×10^{-3}	
pdb1yx8 500	ClassicAll	8	2.5841×10^{-10}	6	7.284×10^{-12}	2.2038×10^{-3}	0.825
	QuaternionAll	8	2.6921×10^{-10}	6	8.217×10^{-12}	1.8184×10^{-3}	
pdb1yxr 464	ClassicAll	128	9.2421×10^{-4}	29	3.514×10^{-10}	2.2011×10^{-2}	0.884
	QuaternionAll	128	9.2421×10^{-4}	29	3.515×10^{-10}	1.9457×10^{-2}	
pdb2a2y 1072	ClassicAll	8	8.1076×10^{-5}	2	1.150×10^{-12}	1.0906×10^{-1}	0.602
	QuaternionAll	8	8.1076×10^{-5}	2	1.151×10^{-12}	6.5621×10^{-2}	
pdb2a4j 580	ClassicAll	16	1.0516×10^{-4}	2	2.085×10^{-14}	5.0774×10^{-3}	0.798
	QuaternionAll	16	1.0516×10^{-4}	2	2.727×10^{-14}	4.0510×10^{-3}	
pdb2adl 868	ClassicAll	384	3.1161×10^{-11}	1	1.752×10^{-11}	1.8966×10^{-1}	0.875
	QuaternionAll	384	3.3255×10^{-11}	1	1.787×10^{-11}	1.6590×10^{-1}	
pdb2adn 868	ClassicAll	8	2.3364×10^{-10}	1	6.693×10^{-12}	7.5138×10^{-3}	0.726
	QuaternionAll	8	2.3188×10^{-10}	1	6.465×10^{-12}	5.4531×10^{-3}	
pdb2ajj 170	ClassicAll	8	2.9810×10^{-4}	1	5.641×10^{-14}	6.3314×10^{-4}	0.829
	QuaternionAll	8	2.9810×10^{-4}	1	6.584×10^{-14}	5.2482×10^{-4}	
pdb2ajm 170	ClassicAll	8	2.4063×10^{-12}	2	1.183×10^{-13}	6.4210×10^{-4}	0.837
	QuaternionAll	8	2.7001×10^{-12}	2	1.555×10^{-13}	5.3770×10^{-4}	
pdb2ajn 170	ClassicAll	8	4.3268×10^{-4}	1	1.076×10^{-13}	6.3529×10^{-4}	0.823
	QuaternionAll	8	4.3268×10^{-4}	1	1.217×10^{-13}	5.2296×10^{-4}	
pdb2ajo 170	ClassicAll	8	2.4063×10^{-12}	2	1.183×10^{-13}	6.4399×10^{-4}	0.834
	QuaternionAll	8	2.7001×10^{-12}	2	1.555×10^{-13}	5.3730×10^{-4}	
pdb2akk 446	ClassicAll	8	3.0416×10^{-3}	2	1.289×10^{-13}	2.5814×10^{-3}	0.818
	QuaternionAll	8	3.0416×10^{-3}	2	1.279×10^{-13}	2.1104×10^{-3}	
pdb2bzb 748	ClassicAll	8	4.6498×10^{-13}	5	9.361×10^{-14}	2.0888×10^{-2}	0.656
	QuaternionAll	8	6.0113×10^{-13}	5	1.224×10^{-13}	1.3703×10^{-2}	
pdb2c0s 386	ClassicAll	8	1.0793×10^{-2}	6	3.028×10^{-13}	1.5198×10^{-3}	0.818
	QuaternionAll	8	1.0793×10^{-2}	6	3.380×10^{-13}	1.2435×10^{-3}	
pdb2dci 120	ClassicAll	2	2.0907×10^{-13}	1	2.366×10^{-14}	3.3135×10^{-4}	0.748
	QuaternionAll	2	3.3732×10^{-13}	1	2.950×10^{-14}	2.4787×10^{-4}	
pdb2eem 206	ClassicAll	8	9.5324×10^{-12}	1	5.190×10^{-13}	8.2362×10^{-4}	0.831
	QuaternionAll	8	9.5866×10^{-12}	1	5.461×10^{-13}	6.8483×10^{-4}	
pdb2fva 494	ClassicAll	8	1.2680×10^{-11}	2	1.047×10^{-12}	2.4007×10^{-3}	0.800
	QuaternionAll	8	1.2689×10^{-11}	2	1.195×10^{-12}	1.9216×10^{-3}	
pdb2fvf 494	ClassicAll	8	3.5796×10^{-12}	1	3.106×10^{-13}	1.9213×10^{-3}	0.843
	QuaternionAll	8	3.3286×10^{-12}	1	3.445×10^{-13}	1.6189×10^{-3}	
pdb2fxz 80	ClassicAll	8	4.2293×10^{-12}	1	1.489×10^{-12}	2.9894×10^{-4}	0.846
	QuaternionAll	8	5.3169×10^{-12}	1	1.749×10^{-12}	2.5279×10^{-4}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2g9j 848	ClassicAll	8	5.8011×10^{-4}	2	3.282×10^{-12}	1.2584×10^{-1}	0.613
	QuaternionAll	8	5.8011×10^{-4}	2	3.535×10^{-12}	7.7182×10^{-2}	
pdb2g9l 224	ClassicAll	8	1.0333×10^{-4}	2	6.365×10^{-14}	8.5955×10^{-4}	0.842
	QuaternionAll	8	1.0333×10^{-4}	2	8.666×10^{-14}	7.2341×10^{-4}	
pdb2h5m 614	ClassicAll	8	1.2267×10^{-3}	1	9.692×10^{-13}	2.4232×10^{-3}	0.839
	QuaternionAll	8	1.2267×10^{-3}	1	1.032×10^{-12}	2.0332×10^{-3}	
pdb2hep 252	ClassicAll	2	2.1758×10^{-11}	1	1.191×10^{-12}	7.1164×10^{-4}	0.714
	QuaternionAll	2	2.2038×10^{-11}	1	1.268×10^{-12}	5.0791×10^{-4}	
pdb2j0z 752	ClassicAll	16	1.3100×10^{-10}	10	4.392×10^{-12}	5.3475×10^{-1}	0.627
	QuaternionAll	16	1.3116×10^{-10}	10	4.954×10^{-12}	3.3539×10^{-1}	
pdb2j10 752	ClassicAll	8192	2.9618×10^{-5}	6386	1.744×10^{-10}	7.9941	0.644
	QuaternionAll	8192	2.9618×10^{-5}	6386	1.747×10^{-10}	5.1469	
pdb2j11 752	ClassicAll	4096	2.7803×10^{-11}	2125	5.256×10^{-12}	3.8061	0.797
	QuaternionAll	4096	2.7661×10^{-11}	2125	5.631×10^{-12}	3.0344	
pdb2jmy 92	ClassicAll	8	7.0432×10^{-5}	1	9.834×10^{-13}	3.4466×10^{-4}	0.848
	QuaternionAll	8	7.0432×10^{-5}	1	9.967×10^{-13}	2.9224×10^{-4}	
pdb2jn5 74	ClassicAll	16	6.6339×10^{-12}	5	1.104×10^{-11}	5.0437×10^{-4}	0.840
	QuaternionAll	16	2.0459×10^{-11}	5	2.456×10^{-11}	4.2350×10^{-4}	
pdb2jnk 842	ClassicAll	32	3.4995×10^{-11}	13	2.246×10^{-12}	7.3404×10^{-3}	0.908
	QuaternionAll	32	3.4653×10^{-11}	13	2.319×10^{-12}	6.6662×10^{-3}	
pdb2jpn 476	ClassicAll	8	6.4192×10^{-12}	2	6.730×10^{-14}	2.4044×10^{-3}	0.792
	QuaternionAll	8	6.5904×10^{-12}	2	6.984×10^{-14}	1.9034×10^{-3}	
pdb2jua 614	ClassicAll	16	1.8732×10^{-4}	6	1.384×10^{-9}	3.4556×10^{-3}	0.863
	QuaternionAll	16	1.8732×10^{-4}	6	1.385×10^{-9}	2.9831×10^{-3}	
pdb2jvd 288	ClassicAll	4	9.4244×10^{-13}	1	3.339×10^{-14}	9.8853×10^{-4}	0.762
	QuaternionAll	4	9.4967×10^{-13}	1	3.898×10^{-14}	7.5355×10^{-4}	
pdb2jwe 984	ClassicAll	2	9.2597×10^{-11}	1	2.695×10^{-11}	5.0637×10^{-3}	0.737
	QuaternionAll	2	9.2052×10^{-11}	1	2.734×10^{-11}	3.7322×10^{-3}	
pdb2jws 338	ClassicAll	8	4.5612×10^{-4}	2	1.251×10^{-13}	1.3498×10^{-3}	0.827
	QuaternionAll	8	4.5612×10^{-4}	2	1.543×10^{-13}	1.1160×10^{-3}	
pdb2jwu 338	ClassicAll	8	3.0876×10^{-4}	1	4.421×10^{-12}	1.6610×10^{-3}	0.805
	QuaternionAll	8	3.0876×10^{-4}	1	4.373×10^{-12}	1.3370×10^{-3}	
pdb2jxf 182	ClassicAll	8	2.4000×10^{-4}	1	1.399×10^{-13}	6.7586×10^{-4}	0.826
	QuaternionAll	8	2.4000×10^{-4}	1	1.734×10^{-13}	5.5838×10^{-4}	
pdb2jz5 548	ClassicAll	8	1.7460×10^{-3}	1	2.860×10^{-13}	2.2567×10^{-3}	0.824
	QuaternionAll	8	1.7460×10^{-3}	1	2.854×10^{-13}	1.8603×10^{-3}	
pdb2k2a 422	ClassicAll	8	4.7195×10^{-3}	5	3.810×10^{-14}	1.6479×10^{-3}	0.839
	QuaternionAll	8	4.7195×10^{-3}	5	5.148×10^{-14}	1.3823×10^{-3}	
pdb2k2f 1268	ClassicAll	8	1.2926×10^{-11}	1	2.639×10^{-13}	1.5802×10^1	0.597
	QuaternionAll	8	1.2956×10^{-11}	1	2.818×10^{-13}	9.4318	
pdb2k36 896	ClassicAll	8	1.6972×10^{-12}	1	1.922×10^{-13}	3.5868×10^{-3}	0.825
	QuaternionAll	8	1.6007×10^{-12}	1	2.045×10^{-13}	2.9596×10^{-3}	
pdb2k37 356	ClassicAll	8	3.7147×10^{-12}	1	1.921×10^{-13}	1.3966×10^{-3}	0.838
	QuaternionAll	8	3.6185×10^{-12}	1	2.525×10^{-13}	1.1705×10^{-3}	
pdb2k3i 656	ClassicAll	8	4.6225×10^{-3}	2	3.810×10^{-13}	3.2188×10^{-3}	0.798
	QuaternionAll	8	4.6225×10^{-3}	2	4.009×10^{-13}	2.5698×10^{-3}	
pdb2k6s 494	ClassicAll	8	8.2998×10^{-12}	2	2.100×10^{-13}	3.7628×10^{-3}	0.749
	QuaternionAll	8	8.4519×10^{-12}	2	2.651×10^{-13}	2.8168×10^{-3}	
pdb2k7o 1096	ClassicAll	8	1.8663×10^{-4}	1	1.279×10^{-13}	2.4780×10^{-2}	0.664
	QuaternionAll	8	1.8663×10^{-4}	1	1.416×10^{-13}	1.6457×10^{-2}	
pdb2kbm 1268	ClassicAll	8	1.5487×10^{-12}	2	2.165×10^{-13}	1.2294×10^1	0.632
	QuaternionAll	8	1.6865×10^{-12}	2	2.226×10^{-13}	7.7658	
pdb2kdh 434	ClassicAll	8	7.2209×10^{-5}	2	1.947×10^{-11}	1.9023×10^{-3}	0.817
	QuaternionAll	8	7.2209×10^{-5}	2	2.228×10^{-11}	1.5544×10^{-3}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2kdl 338	ClassicAll	8	4.4591×10^{-12}	2	2.301×10^{-13}	1.3040×10^{-3}	0.828
	QuaternionAll	8	4.4513×10^{-12}	2	2.919×10^{-13}	1.0803×10^{-3}	
pdb2kdm 338	ClassicAll	8	2.1896×10^{-11}	1	3.191×10^{-12}	1.5321×10^{-3}	0.821
	QuaternionAll	8	2.1643×10^{-11}	1	3.284×10^{-12}	1.2579×10^{-3}	
pdb2kdp 428	ClassicAll	8	3.0283×10^{-12}	1	2.621×10^{-13}	1.6850×10^{-3}	0.833
	QuaternionAll	8	3.0741×10^{-12}	1	2.865×10^{-13}	1.4041×10^{-3}	
pdb2kdr 170	ClassicAll	8	6.3024×10^{-5}	2	6.618×10^{-14}	6.2422×10^{-4}	0.816
	QuaternionAll	8	6.3024×10^{-5}	2	8.490×10^{-14}	5.0940×10^{-4}	
pdb2kes 290	ClassicAll	8	1.8528×10^{-4}	7	4.467×10^{-14}	1.0982×10^{-3}	0.811
	QuaternionAll	8	1.8528×10^{-4}	7	5.425×10^{-14}	8.9069×10^{-4}	
pdb2kib 352	ClassicAll	8	2.9706×10^{-5}	1	2.533×10^{-12}	1.6648×10^{-2}	0.644
	QuaternionAll	8	2.9706×10^{-5}	1	2.539×10^{-12}	1.0713×10^{-2}	
pdb2kjn 158	ClassicAll	16	1.9764×10^{-12}	6	9.827×10^{-14}	1.1418×10^{-3}	0.837
	QuaternionAll	16	1.9265×10^{-12}	6	1.174×10^{-13}	9.5536×10^{-4}	
pdb2kjo 158	ClassicAll	8	1.2876×10^{-11}	1	2.284×10^{-13}	5.8413×10^{-4}	0.834
	QuaternionAll	8	1.2921×10^{-11}	1	2.421×10^{-13}	4.8707×10^{-4}	
pdb2kjr 572	ClassicAll	8	5.1341×10^{-11}	2	3.247×10^{-12}	2.8138×10^{-3}	0.815
	QuaternionAll	8	5.1082×10^{-11}	2	3.252×10^{-12}	2.2933×10^{-3}	
pdb2kko 1300	ClassicAll	8	6.9643×10^{-4}	2	1.191×10^{-13}	2.7434×10^{-2}	0.663
	QuaternionAll	8	6.9643×10^{-4}	2	1.284×10^{-13}	1.8182×10^{-2}	
pdb2kl5 662	ClassicAll	8	2.4505×10^{-12}	1	1.820×10^{-13}	2.6080×10^{-3}	0.837
	QuaternionAll	8	2.5206×10^{-12}	1	2.020×10^{-13}	2.1826×10^{-3}	
pdb2klz 276	ClassicAll	2	3.9786×10^{-13}	1	3.439×10^{-14}	7.7313×10^{-4}	0.737
	QuaternionAll	2	3.7834×10^{-13}	1	4.443×10^{-14}	5.6948×10^{-4}	
pdb2ko1 1060	ClassicAll	8	9.3273×10^{-4}	2	1.150×10^{-12}	3.7416×10^{-2}	0.740
	QuaternionAll	8	9.3273×10^{-4}	2	1.151×10^{-12}	2.7706×10^{-2}	
pdb2koz 200	ClassicAll	32	4.5817×10^{-5}	2	1.075×10^{-9}	1.6365×10^{-3}	0.957
	QuaternionAll	32	4.5817×10^{-5}	2	1.075×10^{-9}	1.5663×10^{-3}	
pdb2kp0 200	ClassicAll	8	7.8392×10^{-11}	2	4.894×10^{-12}	7.5902×10^{-4}	0.856
	QuaternionAll	8	8.2404×10^{-11}	2	5.595×10^{-12}	6.5000×10^{-4}	
pdb2ksg 290	ClassicAll	8	9.2027×10^{-13}	1	3.215×10^{-14}	1.1118×10^{-3}	0.833
	QuaternionAll	8	9.2208×10^{-13}	1	3.967×10^{-14}	9.2627×10^{-4}	
pdb2kt8 458	ClassicAll	8	4.1573×10^{-4}	1	3.314×10^{-12}	1.7820×10^{-3}	0.839
	QuaternionAll	8	4.1573×10^{-4}	1	3.535×10^{-12}	1.4955×10^{-3}	
pdb2kuh 404	ClassicAll	8	1.1667×10^{-3}	6	2.015×10^{-14}	1.5892×10^{-3}	0.849
	QuaternionAll	8	1.1667×10^{-3}	6	2.491×10^{-14}	1.3496×10^{-3}	
pdb2kwh 338	ClassicAll	8	2.0587×10^{-3}	2	1.408×10^{-13}	1.3052×10^{-3}	0.824
	QuaternionAll	8	2.0587×10^{-3}	2	1.825×10^{-13}	1.0751×10^{-3}	
pdb2kxa 144	ClassicAll	2	3.9712×10^{-12}	1	1.325×10^{-12}	4.0738×10^{-4}	0.763
	QuaternionAll	2	3.7392×10^{-12}	1	1.351×10^{-12}	3.1087×10^{-4}	
pdb2kyb 362	ClassicAll	8	3.1200×10^{-6}	2	1.321×10^{-11}	3.0612×10^{-3}	0.762
	QuaternionAll	8	3.1200×10^{-6}	2	1.373×10^{-11}	2.3317×10^{-3}	
pdb2l3m 428	ClassicAll	8	1.5178×10^{-3}	1	1.028×10^{-12}	1.7016×10^{-3}	0.840
	QuaternionAll	8	1.5178×10^{-3}	1	9.340×10^{-13}	1.4289×10^{-3}	
pdb2l3n 626	ClassicAll	8	3.9987×10^{-4}	5	3.024×10^{-14}	8.3802×10^{-3}	0.717
	QuaternionAll	8	3.9987×10^{-4}	5	3.632×10^{-14}	6.0117×10^{-3}	
pdb2l45 116	ClassicAll	8	5.9466×10^{-13}	1	2.236×10^{-14}	4.2996×10^{-4}	0.860
	QuaternionAll	8	6.7808×10^{-13}	1	3.033×10^{-14}	3.6979×10^{-4}	
pdb2l5r 138	ClassicAll	2	3.0491×10^{-13}	2	3.535×10^{-14}	3.6933×10^{-4}	0.739
	QuaternionAll	2	3.0031×10^{-13}	2	4.436×10^{-14}	2.7283×10^{-4}	
pdb2l6q 374	ClassicAll	16	1.6115×10^{-9}	13	4.435×10^{-11}	2.0383×10^{-3}	0.881
	QuaternionAll	16	1.6752×10^{-9}	13	5.413×10^{-11}	1.7964×10^{-3}	
pdb2l6r 374	ClassicAll	16	1.0970×10^{-10}	6	2.060×10^{-12}	1.9774×10^{-3}	0.884
	QuaternionAll	16	9.8250×10^{-11}	6	2.174×10^{-12}	1.7484×10^{-3}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2l98 434	ClassicAll	8	5.6413×10^{-12}	2	3.273×10^{-13}	1.6907×10^{-3}	0.838
	QuaternionAll	8	6.2089×10^{-12}	2	3.637×10^{-13}	1.4160×10^{-3}	
pdb2lci 806	ClassicAll	8	1.2015×10^{-12}	1	2.579×10^{-13}	3.1904×10^{-3}	0.826
	QuaternionAll	8	1.1830×10^{-12}	1	2.404×10^{-13}	2.6363×10^{-3}	
pdb2lde 152	ClassicAll	8	6.0406×10^{-3}	2	3.154×10^{-14}	5.5682×10^{-4}	0.837
	QuaternionAll	8	6.0406×10^{-3}	2	3.766×10^{-14}	4.6581×10^{-4}	
pdb2le2 676	ClassicAll	8	1.5317×10^{-12}	2	2.064×10^{-13}	1.0676×10^{-1}	0.673
	QuaternionAll	8	1.4989×10^{-12}	2	2.042×10^{-13}	7.1841×10^{-2}	
pdb2le7 122	ClassicAll	8	8.8940×10^{-14}	2	2.111×10^{-14}	4.4564×10^{-4}	0.839
	QuaternionAll	8	1.1008×10^{-13}	2	2.749×10^{-14}	3.7379×10^{-4}	
pdb2ler 68	ClassicAll	8	5.1096×10^{-14}	2	1.314×10^{-14}	2.3987×10^{-4}	0.826
	QuaternionAll	8	6.2001×10^{-14}	2	1.532×10^{-14}	1.9802×10^{-4}	
pdb2lgi 338	ClassicAll	8	9.7255×10^{-12}	2	1.068×10^{-12}	1.3243×10^{-3}	0.844
	QuaternionAll	8	9.6518×10^{-12}	2	1.052×10^{-12}	1.1174×10^{-3}	
pdb2lhc 338	ClassicAll	64	3.8367×10^{-10}	17	2.902×10^{-12}	5.8791×10^{-3}	0.898
	QuaternionAll	64	3.8166×10^{-10}	17	2.997×10^{-12}	5.2790×10^{-3}	
pdb2lhd 338	ClassicAll	8	1.3048×10^{-11}	2	1.930×10^{-12}	2.0522×10^{-3}	0.792
	QuaternionAll	8	1.4592×10^{-11}	2	2.033×10^{-12}	1.6262×10^{-3}	
pdb2lhe 338	ClassicAll	16	9.7862×10^{-10}	2	4.963×10^{-11}	2.0862×10^{-3}	0.878
	QuaternionAll	16	9.7867×10^{-10}	2	4.967×10^{-11}	1.8307×10^{-3}	
pdb2lhg 338	ClassicAll	8	5.0995×10^{-13}	6	6.485×10^{-14}	1.3246×10^{-3}	0.841
	QuaternionAll	8	5.4683×10^{-13}	6	7.343×10^{-14}	1.1140×10^{-3}	
pdb2lix 162	ClassicAll	2	4.9988×10^{-13}	1	4.842×10^{-14}	4.9641×10^{-4}	0.693
	QuaternionAll	2	5.1517×10^{-13}	1	5.614×10^{-14}	3.4416×10^{-4}	
pdb2lld 242	ClassicAll	8	3.3972×10^{-3}	5	1.938×10^{-13}	9.3635×10^{-4}	0.850
	QuaternionAll	8	3.3972×10^{-3}	5	2.216×10^{-13}	7.9552×10^{-4}	
pdb2lm9 578	ClassicAll	8	2.2967×10^{-3}	2	6.254×10^{-14}	2.2442×10^{-3}	0.825
	QuaternionAll	8	2.2967×10^{-3}	2	7.713×10^{-14}	1.8522×10^{-3}	
pdb2lmf 140	ClassicAll	8	1.0942×10^{-4}	1	1.282×10^{-13}	5.2052×10^{-4}	0.820
	QuaternionAll	8	1.0942×10^{-4}	1	1.462×10^{-13}	4.2699×10^{-4}	
pdb2ln3 500	ClassicAll	8	2.5821×10^{-13}	1	1.292×10^{-13}	1.9563×10^{-3}	0.843
	QuaternionAll	8	2.9987×10^{-13}	1	1.359×10^{-13}	1.6498×10^{-3}	
pdb2lo2 230	ClassicAll	8	1.4423×10^{-2}	2	2.068×10^{-14}	8.6907×10^{-4}	0.842
	QuaternionAll	8	1.4423×10^{-2}	2	2.571×10^{-14}	7.3205×10^{-4}	
pdb2lqp 428	ClassicAll	8	5.7815×10^{-4}	2	2.950×10^{-13}	1.6623×10^{-3}	0.844
	QuaternionAll	8	5.7815×10^{-4}	2	3.085×10^{-13}	1.4024×10^{-3}	
pdb2lr0 806	ClassicAll	8	1.2202×10^{-11}	1	3.549×10^{-12}	3.2038×10^{-3}	0.829
	QuaternionAll	8	1.1747×10^{-11}	1	3.440×10^{-12}	2.6563×10^{-3}	
pdb2lrh 806	ClassicAll	8	2.9721×10^{-12}	1	5.631×10^{-13}	3.1735×10^{-3}	0.819
	QuaternionAll	8	2.9099×10^{-12}	1	6.564×10^{-13}	2.5988×10^{-3}	
pdb2ls9 152	ClassicAll	8	2.7045×10^{-12}	1	1.122×10^{-13}	5.6740×10^{-4}	0.842
	QuaternionAll	8	3.0425×10^{-12}	1	1.471×10^{-13}	4.7760×10^{-4}	
pdb2lsa 140	ClassicAll	8	2.5535×10^{-3}	2	5.235×10^{-14}	5.3337×10^{-4}	0.849
	QuaternionAll	8	2.5535×10^{-3}	2	6.998×10^{-14}	4.5261×10^{-4}	
pdb2lss 422	ClassicAll	8	1.2372×10^{-3}	1	1.230×10^{-13}	1.6896×10^{-3}	0.858
	QuaternionAll	8	1.2372×10^{-3}	1	1.455×10^{-13}	1.4495×10^{-3}	
pdb2lt3 680	ClassicAll	8	9.6961×10^{-13}	6	7.245×10^{-14}	2.6966×10^{-3}	0.829
	QuaternionAll	8	1.0253×10^{-12}	6	7.760×10^{-14}	2.2362×10^{-3}	
pdb2lu6 86	ClassicAll	8	7.7550×10^{-3}	1	5.356×10^{-15}	3.0108×10^{-4}	0.821
	QuaternionAll	8	7.7550×10^{-3}	1	6.922×10^{-15}	2.4724×10^{-4}	
pdb2lwa 432	ClassicAll	4096	4.9078×10^{-12}	897	3.616×10^{-13}	1.6526	0.754
	QuaternionAll	4096	4.0818×10^{-12}	897	4.436×10^{-13}	1.2454	
pdb2lx0 194	ClassicAll	16	7.4851×10^{-12}	5	3.569×10^{-13}	1.0126×10^{-3}	0.909
	QuaternionAll	16	7.5304×10^{-12}	5	4.035×10^{-13}	9.2091×10^{-4}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2lxb 892	ClassicAll	8	9.0172×10^{-13}	1	1.542×10^{-13}	7.5076×10^{-3}	0.737
	QuaternionAll	8	8.6577×10^{-13}	1	1.585×10^{-13}	5.5303×10^{-3}	
pdb2lxy 404	ClassicAll	8	1.1155×10^{-10}	2	9.313×10^{-13}	1.7815×10^{-3}	0.813
	QuaternionAll	8	1.1215×10^{-10}	2	1.025×10^{-12}	1.4485×10^{-3}	
pdb2lxz 194	ClassicAll	8	1.1003×10^{-4}	2	2.371×10^{-12}	7.4569×10^{-4}	0.851
	QuaternionAll	8	1.1003×10^{-4}	2	2.792×10^{-12}	6.3464×10^{-4}	
pdb2lzf 820	ClassicAll	8	5.9653×10^{-4}	2	3.217×10^{-14}	1.3323×10^{-1}	0.647
	QuaternionAll	8	5.9653×10^{-4}	2	3.959×10^{-14}	8.6171×10^{-2}	
pdb2m1a 158	ClassicAll	8	9.1771×10^{-14}	1	6.346×10^{-15}	5.8889×10^{-4}	0.836
	QuaternionAll	8	9.0451×10^{-14}	1	7.612×10^{-15}	4.9233×10^{-4}	
pdb2m1j 182	ClassicAll	8	1.5890×10^{-13}	2	1.865×10^{-14}	6.9861×10^{-4}	0.834
	QuaternionAll	8	1.6894×10^{-13}	2	2.212×10^{-14}	5.8270×10^{-4}	
pdb2m2y 110	ClassicAll	8	1.8177×10^{-3}	1	2.699×10^{-13}	4.0431×10^{-4}	0.852
	QuaternionAll	8	1.8177×10^{-3}	1	2.808×10^{-13}	3.4452×10^{-4}	
pdb2m3f 134	ClassicAll	8	9.5240×10^{-14}	1	3.629×10^{-14}	4.9801×10^{-4}	0.835
	QuaternionAll	8	5.7597×10^{-14}	1	4.641×10^{-14}	4.1603×10^{-4}	
pdb2m4j 2178	ClassicAll	8	5.2912×10^{-4}	1	1.463×10^{-11}	5.9080×10^{-2}	0.692
	QuaternionAll	8	5.2912×10^{-4}	1	1.455×10^{-11}	4.0903×10^{-2}	
pdb2m8m 170	ClassicAll	8	6.9769×10^{-3}	5	2.424×10^{-14}	6.3311×10^{-4}	0.826
	QuaternionAll	8	6.9769×10^{-3}	5	3.058×10^{-14}	5.2295×10^{-4}	
pdb2m8o 170	ClassicAll	8	4.7097×10^{-3}	5	1.798×10^{-14}	6.3288×10^{-4}	0.836
	QuaternionAll	8	4.7097×10^{-3}	5	2.301×10^{-14}	5.2896×10^{-4}	
pdb2m97 416	ClassicAll	8	2.4560×10^{-12}	6	4.654×10^{-14}	1.6126×10^{-3}	0.834
	QuaternionAll	8	2.4592×10^{-12}	6	5.847×10^{-14}	1.3448×10^{-3}	
pdb2m9g 1108	ClassicAll	8	4.9692×10^{-12}	1	2.939×10^{-13}	4.5864×10^{-3}	0.817
	QuaternionAll	8	4.9567×10^{-12}	1	3.170×10^{-13}	3.7468×10^{-3}	
pdb2m9r 242	ClassicAll	8	3.7505×10^{-12}	1	3.537×10^{-14}	8.6972×10^{-4}	0.795
	QuaternionAll	8	3.6480×10^{-12}	1	4.406×10^{-14}	6.9111×10^{-4}	
pdb2mdv 460	ClassicAll	8	4.7210×10^{-4}	2	3.178×10^{-12}	3.4884×10^{-3}	0.793
	QuaternionAll	8	4.7210×10^{-4}	2	3.178×10^{-12}	2.7665×10^{-3}	
pdb2me1 164	ClassicAll	16	1.4934×10^{-4}	2	1.886×10^{-13}	1.1941×10^{-3}	0.838
	QuaternionAll	16	1.4934×10^{-4}	2	2.202×10^{-13}	1.0009×10^{-3}	
pdb2me2 164	ClassicAll	8	1.3863×10^{-4}	1	3.667×10^{-13}	6.3553×10^{-4}	0.822
	QuaternionAll	8	1.3863×10^{-4}	1	5.098×10^{-13}	5.2257×10^{-4}	
pdb2me3 164	ClassicAll	16	3.4823×10^{-5}	6	1.425×10^{-13}	8.2655×10^{-4}	0.905
	QuaternionAll	16	3.4823×10^{-5}	6	1.590×10^{-13}	7.4826×10^{-4}	
pdb2me4 164	ClassicAll	32	2.9902×10^{-5}	2	2.854×10^{-9}	2.4576×10^{-3}	0.830
	QuaternionAll	32	2.9902×10^{-5}	2	2.854×10^{-9}	2.0387×10^{-3}	
pdb2mg1 164	ClassicAll	8	4.4954×10^{-13}	6	4.400×10^{-14}	6.1082×10^{-4}	0.827
	QuaternionAll	8	5.4976×10^{-13}	6	5.374×10^{-14}	5.0505×10^{-4}	
pdb2mg2 170	ClassicAll	8	1.0745×10^{-3}	6	1.831×10^{-14}	6.3255×10^{-4}	0.833
	QuaternionAll	8	1.0745×10^{-3}	6	2.481×10^{-14}	5.2713×10^{-4}	
pdb2mg3 170	ClassicAll	8	6.2977×10^{-13}	6	3.542×10^{-14}	6.3005×10^{-4}	0.846
	QuaternionAll	8	6.7812×10^{-13}	6	4.459×10^{-14}	5.3291×10^{-4}	
pdb2mh8 338	ClassicAll	8	4.2246×10^{-12}	6	1.547×10^{-13}	1.3050×10^{-3}	0.832
	QuaternionAll	8	4.0208×10^{-12}	6	1.883×10^{-13}	1.0860×10^{-3}	
pdb2mhw 164	ClassicAll	8	3.6932×10^{-3}	2	6.229×10^{-14}	6.3258×10^{-4}	0.859
	QuaternionAll	8	3.6932×10^{-3}	2	7.130×10^{-14}	5.4329×10^{-4}	
pdb2mi1 84	ClassicAll	4	2.1485×10^{-11}	4	1.828×10^{-12}	9.0992×10^{-4}	0.713
	QuaternionAll	4	2.2963×10^{-11}	4	2.053×10^{-12}	6.4894×10^{-4}	
pdb2mi7 404	ClassicAll	8	8.0637×10^{-12}	2	6.022×10^{-13}	1.7688×10^{-3}	0.811
	QuaternionAll	8	8.8714×10^{-12}	2	6.815×10^{-13}	1.4338×10^{-3}	
pdb2mij 224	ClassicAll	8	1.2077×10^{-12}	1	1.244×10^{-13}	8.5096×10^{-4}	0.842
	QuaternionAll	8	1.2294×10^{-12}	1	1.522×10^{-13}	7.1647×10^{-4}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2mix 128	ClassicAll	8	3.7545×10^{-13}	1	4.816×10^{-14}	4.8667×10^{-4}	0.851
	QuaternionAll	8	3.4098×10^{-13}	1	4.684×10^{-14}	4.1436×10^{-4}	
pdb2mj1 110	ClassicAll	8	2.0809×10^{-3}	1	1.309×10^{-13}	4.0553×10^{-4}	0.854
	QuaternionAll	8	2.0809×10^{-3}	1	1.646×10^{-13}	3.4633×10^{-4}	
pdb2mj2 218	ClassicAll	8	3.9018×10^{-3}	2	9.775×10^{-14}	8.0254×10^{-4}	0.830
	QuaternionAll	8	3.9018×10^{-3}	2	1.192×10^{-13}	6.6622×10^{-4}	
pdb2mjg 556	ClassicAll	8	1.4497×10^{-3}	2	5.503×10^{-14}	9.7856×10^{-3}	0.690
	QuaternionAll	8	1.4497×10^{-3}	2	6.579×10^{-14}	6.7540×10^{-3}	
pdb2mji 788	ClassicAll	8	1.3090×10^{-11}	1	3.207×10^{-12}	3.2691×10^{-3}	0.840
	QuaternionAll	8	1.2949×10^{-11}	1	3.247×10^{-12}	2.7451×10^{-3}	
pdb2mle 434	ClassicAll	8	1.6719×10^{-3}	2	1.491×10^{-13}	1.7083×10^{-3}	0.835
	QuaternionAll	8	1.6719×10^{-3}	2	1.535×10^{-13}	1.4259×10^{-3}	
pdb2mlf 434	ClassicAll	8	8.3036×10^{-13}	2	9.918×10^{-14}	1.6983×10^{-3}	0.839
	QuaternionAll	8	8.8493×10^{-13}	2	1.127×10^{-13}	1.4242×10^{-3}	
pdb2mo5 854	ClassicAll	16	1.9007×10^{-11}	5	1.394×10^{-12}	6.9065×10^{-3}	0.817
	QuaternionAll	16	1.8458×10^{-11}	5	1.403×10^{-12}	5.6456×10^{-3}	
pdb2mpu 554	ClassicAll	8	2.5305×10^{-12}	1	9.785×10^{-14}	2.1868×10^{-3}	0.849
	QuaternionAll	8	2.5592×10^{-12}	1	1.016×10^{-13}	1.8557×10^{-3}	
pdb2mra 704	ClassicAll	8	4.3616×10^{-12}	1	2.632×10^{-13}	3.2218×10^{-3}	0.809
	QuaternionAll	8	4.3117×10^{-12}	1	2.768×10^{-13}	2.6057×10^{-3}	
pdb2msu 122	ClassicAll	8	3.6237×10^{-12}	1	7.813×10^{-14}	4.5330×10^{-4}	0.854
	QuaternionAll	8	3.6441×10^{-12}	1	8.765×10^{-14}	3.8733×10^{-4}	
pdb2mty 120	ClassicAll	2	5.1232×10^{-12}	2	1.848×10^{-14}	3.4654×10^{-4}	0.726
	QuaternionAll	2	5.2129×10^{-12}	2	2.363×10^{-14}	2.5168×10^{-4}	
pdb2muh 98	ClassicAll	16	8.0615×10^{-5}	2	2.008×10^{-13}	6.8039×10^{-4}	0.835
	QuaternionAll	16	8.0615×10^{-5}	2	2.279×10^{-13}	5.6829×10^{-4}	
pdb2mvj 156	ClassicAll	4	6.1752×10^{-12}	1	1.534×10^{-13}	4.9138×10^{-4}	0.772
	QuaternionAll	4	6.1858×10^{-12}	1	1.647×10^{-13}	3.7955×10^{-4}	
pdb2mvt 284	ClassicAll	8	1.5441×10^{-4}	2	6.053×10^{-12}	1.2472×10^{-3}	0.831
	QuaternionAll	8	1.5441×10^{-4}	2	6.225×10^{-12}	1.0370×10^{-3}	
pdb2mvx 2360	ClassicAll	16	5.8655×10^{-5}	10	1.968×10^{-10}	9.9972×10^{-2}	0.502
	QuaternionAll	16	5.8655×10^{-5}	10	1.971×10^{-10}	5.0179×10^{-2}	
pdb2mz6 220	ClassicAll	16	2.3371×10^{-10}	5	2.141×10^{-11}	9.6047×10^{-2}	0.650
	QuaternionAll	16	2.3374×10^{-10}	5	2.153×10^{-11}	6.2469×10^{-2}	
pdb2n00 572	ClassicAll	8	1.2439×10^{-4}	2	2.703×10^{-13}	2.2331×10^{-3}	0.838
	QuaternionAll	8	1.2439×10^{-4}	2	3.466×10^{-13}	1.8714×10^{-3}	
pdb2n0b 60	ClassicAll	4	1.0219×10^{-11}	4	7.123×10^{-13}	1.6915×10^{-4}	0.758
	QuaternionAll	4	1.0781×10^{-11}	4	9.477×10^{-13}	1.2827×10^{-4}	
pdb2n0c 60	ClassicAll	2	1.0471×10^{-12}	1	1.293×10^{-13}	1.4821×10^{-4}	0.716
	QuaternionAll	2	9.1394×10^{-13}	1	1.682×10^{-13}	1.0619×10^{-4}	
pdb2n0d 60	ClassicAll	4	5.2061×10^{-11}	3	3.639×10^{-12}	2.6262×10^{-4}	0.731
	QuaternionAll	4	5.7645×10^{-11}	3	4.540×10^{-12}	1.9204×10^{-4}	
pdb2n0e 60	ClassicAll	2	1.1503×10^{-11}	2	3.314×10^{-12}	1.5636×10^{-4}	0.728
	QuaternionAll	2	1.8786×10^{-11}	2	4.286×10^{-12}	1.1376×10^{-4}	
pdb2n0f 60	ClassicAll	4	2.2697×10^{-12}	2	3.185×10^{-13}	1.7095×10^{-4}	0.777
	QuaternionAll	4	2.7490×10^{-12}	2	4.023×10^{-13}	1.3283×10^{-4}	
pdb2n0g 60	ClassicAll	2	1.4896×10^{-11}	1	8.315×10^{-13}	1.5588×10^{-4}	0.723
	QuaternionAll	2	1.4974×10^{-11}	1	9.618×10^{-13}	1.1273×10^{-4}	
pdb2n0h 60	ClassicAll	2	4.1935×10^{-12}	2	7.716×10^{-13}	1.5529×10^{-4}	0.732
	QuaternionAll	2	4.1379×10^{-12}	2	8.755×10^{-13}	1.1375×10^{-4}	
pdb2n35 314	ClassicAll	8	1.4478×10^{-4}	6	3.658×10^{-14}	1.2227×10^{-3}	0.823
	QuaternionAll	8	1.4478×10^{-4}	6	4.617×10^{-14}	1.0060×10^{-3}	
pdb2n3a 574	ClassicAll	8	2.1457×10^{-3}	5	8.770×10^{-14}	3.4952×10^{-2}	0.650
	QuaternionAll	8	2.1457×10^{-3}	5	1.049×10^{-13}	2.2720×10^{-2}	

Table 4: Results - continued

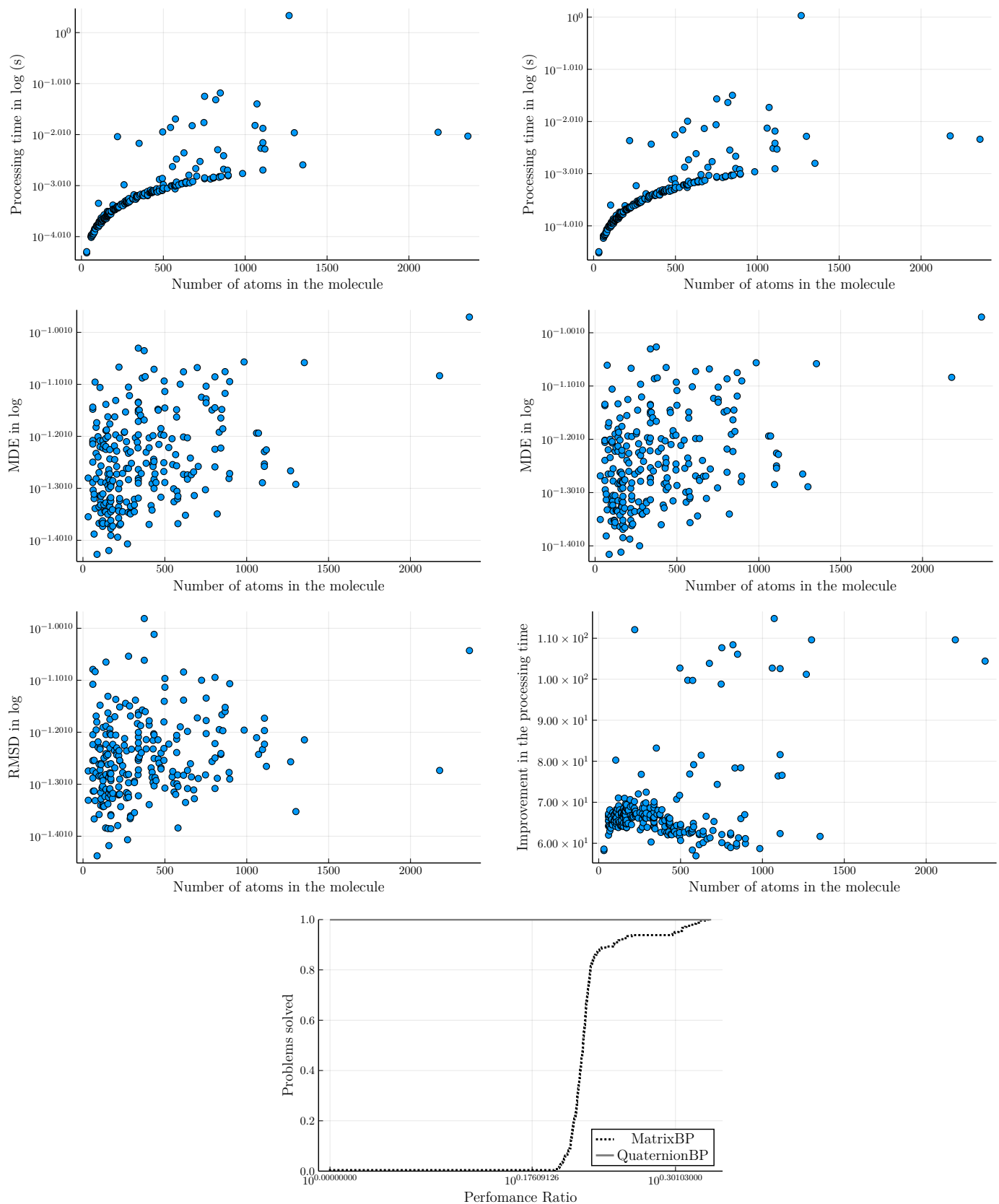
Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2n41 638	ClassicAll	8	5.9366×10^{-3}	2	1.812×10^{-13}	2.4931×10^{-3}	0.839
	QuaternionAll	8	5.9366×10^{-3}	2	1.836×10^{-13}	2.0916×10^{-3}	
pdb2n4e 638	ClassicAll	8	5.1960×10^{-3}	2	1.494×10^{-13}	2.5130×10^{-3}	0.834
	QuaternionAll	8	5.1960×10^{-3}	2	1.687×10^{-13}	2.0954×10^{-3}	
pdb2n5q 164	ClassicAll	16	1.1051×10^{-11}	1	1.732×10^{-12}	1.2396×10^{-3}	0.854
	QuaternionAll	16	9.3428×10^{-12}	1	1.745×10^{-12}	1.0592×10^{-3}	
pdb2n67 566	ClassicAll	8	2.0736×10^{-12}	1	4.443×10^{-13}	2.2246×10^{-3}	0.850
	QuaternionAll	8	2.0936×10^{-12}	1	4.465×10^{-13}	1.8900×10^{-3}	
pdb2n6n 192	ClassicAll	4	1.6681×10^{-12}	3	6.557×10^{-13}	7.3330×10^{-4}	0.780
	QuaternionAll	4	1.2630×10^{-12}	3	7.492×10^{-13}	5.7182×10^{-4}	
pdb2n7i 224	ClassicAll	16	1.3998×10^{-4}	1	9.212×10^{-13}	1.5787×10^{-3}	0.846
	QuaternionAll	16	1.3998×10^{-4}	1	1.126×10^{-12}	1.3360×10^{-3}	
pdb2n7j 336	ClassicAll	2	2.5110×10^{-12}	1	5.969×10^{-13}	9.6902×10^{-4}	0.748
	QuaternionAll	2	2.6436×10^{-12}	1	6.094×10^{-13}	7.2525×10^{-4}	
pdb2n9b 832	ClassicAll	16	4.0200×10^{-10}	1	1.196×10^{-12}	9.5952×10^{-2}	0.623
	QuaternionAll	16	4.0126×10^{-10}	1	1.238×10^{-12}	5.9806×10^{-2}	
pdb2na9 266	ClassicAll	8	2.3390×10^{-12}	1	5.440×10^{-14}	1.0077×10^{-3}	0.829
	QuaternionAll	8	2.3721×10^{-12}	1	6.690×10^{-14}	8.3528×10^{-4}	
pdb2ndc 110	ClassicAll	8	3.1313×10^{-3}	2	3.365×10^{-14}	4.0529×10^{-4}	0.851
	QuaternionAll	8	3.1313×10^{-3}	2	4.481×10^{-14}	3.4510×10^{-4}	
pdb2nde 110	ClassicAll	8	8.5286×10^{-5}	2	7.022×10^{-14}	4.0262×10^{-4}	0.838
	QuaternionAll	8	8.5286×10^{-5}	2	8.855×10^{-14}	3.3735×10^{-4}	
pdb2ndk 290	ClassicAll	8	9.0150×10^{-5}	1	5.022×10^{-13}	1.1188×10^{-3}	0.841
	QuaternionAll	8	9.0150×10^{-5}	1	6.279×10^{-13}	9.4109×10^{-4}	
pdb2nvj 152	ClassicAll	8	6.7520×10^{-3}	7	2.082×10^{-14}	5.8298×10^{-4}	0.858
	QuaternionAll	8	6.7520×10^{-3}	7	2.293×10^{-14}	5.0042×10^{-4}	
pdb2p6j 314	ClassicAll	8	3.2640×10^{-13}	1	4.795×10^{-14}	1.2223×10^{-3}	0.835
	QuaternionAll	8	3.5480×10^{-13}	1	6.389×10^{-14}	1.0205×10^{-3}	
pdb2p81 266	ClassicAll	32	6.8538×10^{-11}	2	7.881×10^{-13}	2.7283×10^{-3}	0.882
	QuaternionAll	32	6.8914×10^{-11}	2	8.226×10^{-13}	2.4064×10^{-3}	
pdb2pqe 896	ClassicAll	64	2.0306×10^{-5}	26	5.532×10^{-10}	1.5317×10^{-2}	0.940
	QuaternionAll	64	2.0306×10^{-5}	26	5.544×10^{-10}	1.4398×10^{-2}	
pdb2rlg 108	ClassicAll	2	4.8140×10^{-13}	1	5.501×10^{-14}	2.8883×10^{-4}	0.738
	QuaternionAll	2	5.3066×10^{-13}	1	6.973×10^{-14}	2.1323×10^{-4}	
pdb2rlh 108	ClassicAll	2	1.0750×10^{-12}	1	4.772×10^{-14}	2.9126×10^{-4}	0.747
	QuaternionAll	2	1.0423×10^{-12}	1	5.801×10^{-14}	2.1750×10^{-4}	
pdb2rmy 206	ClassicAll	8	1.2240×10^{-4}	1	1.872×10^{-13}	7.6720×10^{-4}	0.830
	QuaternionAll	8	1.2240×10^{-4}	1	2.498×10^{-13}	6.3644×10^{-4}	
pdb2rnd 206	ClassicAll	256	3.4031×10^{-12}	33	2.626×10^{-13}	2.4660×10^{-2}	0.866
	QuaternionAll	256	3.8842×10^{-12}	33	3.569×10^{-13}	2.1352×10^{-2}	
pdb2roo 260	ClassicAll	8	3.3639×10^{-4}	6	2.933×10^{-12}	1.6999×10^{-3}	0.756
	QuaternionAll	8	3.3639×10^{-4}	6	3.525×10^{-12}	1.2858×10^{-3}	
pdb2rql 572	ClassicAll	8	9.9510×10^{-11}	1	2.345×10^{-12}	2.6441×10^{-3}	0.819
	QuaternionAll	8	1.0013×10^{-10}	1	2.496×10^{-12}	2.1668×10^{-3}	
pdb2rut 218	ClassicAll	8	2.0579×10^{-13}	2	4.389×10^{-14}	8.1021×10^{-4}	0.837
	QuaternionAll	8	4.0527×10^{-13}	2	5.013×10^{-14}	6.7853×10^{-4}	
pdb2ruv 224	ClassicAll	8	5.4278×10^{-13}	2	5.775×10^{-14}	8.3265×10^{-4}	0.835
	QuaternionAll	8	6.5510×10^{-13}	2	7.404×10^{-14}	6.9562×10^{-4}	
pdb2rux 218	ClassicAll	8	3.6084×10^{-3}	1	2.671×10^{-14}	8.1062×10^{-4}	0.846
	QuaternionAll	8	3.6084×10^{-3}	1	3.016×10^{-14}	6.8615×10^{-4}	
pdb2ruy 224	ClassicAll	8	4.1535×10^{-13}	1	1.968×10^{-14}	8.2476×10^{-4}	0.830
	QuaternionAll	8	3.5981×10^{-13}	1	2.387×10^{-14}	6.8436×10^{-4}	
pdb2rv3 218	ClassicAll	8	3.0630×10^{-4}	1	3.656×10^{-14}	8.1289×10^{-4}	0.840
	QuaternionAll	8	3.0630×10^{-4}	1	4.118×10^{-14}	6.8247×10^{-4}	

Table 4: Results - continued

Problem Size	Method	$ \mathcal{X} $	$\min_{\mathbf{x} \in \mathcal{X}} \text{RMSD}(\mathbf{x}, \mathbf{x}_o)$	$i : \mathbf{x}_i \sim \mathbf{x}_o$	$\text{MDE}(\mathbf{x}_i)$	Time	Ratio
pdb2rv5 212	ClassicAll	8	8.6519×10^{-4}	1	1.145×10^{-14}	7.9604×10^{-4}	0.845
	QuaternionAll	8	8.6519×10^{-4}	1	1.338×10^{-14}	6.7290×10^{-4}	
pdb2y4q 476	ClassicAll	8	4.6451×10^{-11}	2	1.410×10^{-12}	1.8643×10^{-3}	0.842
	QuaternionAll	8	4.6324×10^{-11}	2	1.451×10^{-12}	1.5702×10^{-3}	

2 Visual analysis

2.1 BP-One



2.2 BP-All

