

数值代数实验报告

学号：PB21000340 姓名：苏茂江

一、问题描述

用C++ 编制利用过关Jacobi 方法求实对称三对角阵全部特征值和特征向量的通用子程序。并利用编制的子程序求若干矩阵的全部特征值和特征向量。用C++ 编制先利用二分法求实对称三对角阵指定特征值，再利用反幂法求对应特征向量的通用子程序。并利用编制的子程序求若干矩阵的最大最小特征值和特征向量。

二、程序介绍

实现书上的算法有：过关Jacobi算法，设置的除数为矩阵阶数。二分法：参考P223 推论7.4.1 下面的文字描述。变号数的计算见算法7.4.1。反幂法：P169 6.3 节开头的迭代格式。

额外的算法：生成题目要求的特殊矩阵的算法，给出矩阵A读出矩阵对角作为矩阵特征值的算法。

其余函数代码内均有注释。

三、实验结果

第一题实验结果:

[illegible]

```

newwork)
3.88175e-11 -6.69457e-16 6.98502e-15 1.00699e-16 5.68793e-12 2.56823e-10 6.28771e-11 1.05186e-11 2.73162e-12 -2.64441e-11 3.61475e-19 -1.56899e-19 -5.49255e-11 -1.92964e-14 -3.42319
e-12 3.38197 -2.74145e-12 1.44279e-11 2.42872e-11 3.34656e-12 5.42829e-11 1.59361e-19 3.90398e-12 -2.53075e-14 -1.31118e-13 -2.57819e-12 1.18652e-12 -3.34359e-12 2.7919e-14 -2
.0407e-11 2.35998e-14 3.9636e-15 -8.84323e-12 2.40785e-13 5.37217e-19 3.79794e-15 -1.44894e-14 1.51325e-15 -1.95800e-14 -4.00522e-15 -6.91988e-16 -2.18184e-15 -1.66672e-15 1.81842e-1
5 -2.04368e-15 -1.69635e-15 -1.77031e-15 2.32907e-15 -2.92176e-12 -0.190289
4.68843e-11 -2.48608e-15 -5.64679e-12 2.52994e-11 9.42404e-14 -2.60833e-12 7.49124e-12 2.86223e-11 1.43928e-14 -3.17541e-11 -7.64852e-16 6.83634e-11 2.39464e-11 4.76609e-20 -5.84922
e-11 -2.7415e-12 2.14045 3.35683e-11 2.47419e-11 1.47590e-18 1.24675e-11 1.51284e-11 2.12629e-11 -2.35169e-11 3.15179e-19 -5.63874e-12 6.41374e-15 7.61038e-16 2.13807e-18 2
.75323e-14 -6.0981e-12 1.34910e-11 6.76096e-11 1.80104e-11 1.61362e-14 -1.37019e-12 3.02937e-12 -2.36576e-14 3.05426e-12 -4.85767e-15 -5.40695e-15 -3.97246e-12 6.55002e-12
-2.28371e-12 -6.6105e-16 6.95998e-16 9.0703e-16 2.12686e-12 5.5624e-19 -5.80973e-11 1.75531e-11 2.14142e-14 -1.51804e-11 2.80752e-15 9.56439e-11 -8.60807e-12 -1.49378e-12 4.76107
e-11 1.44279e-11 3.35683e-11 5.07165 -8.55597e-13 3.32893e-11 -1.78702e-12 -3.14497e-18 6.39001e-15 -3.34790e-11 3.98094e-11 1.94472e-12 -3.40455e-15 5.88631e-13 -3.80192e-14 -2
.12349e-13 -2.94891e-12 -1.71917e-12 5.88309e-15 -1.06888e-13 3.78868e-11 6.11013e-15 -1.69035e-15 5.54129e-11 2.81793e-14 3.78415e-11 -9.41374e-12 -6.61131e-14 -8.74531e-16 6.9312e-1
6 -7.6486e-16 -1.36969e-19 3.26615e-12 9.42122e-16 -2.61657e-19 -0.168864
4.08099e-11 8.94662e-15 -4.57865e-16 1.07222e-18 9.34734e-15 9.54587e-12 1.40186e-12 2.60804e-11 1.07218e-12 -7.32814e-12 -2.3423e-11 8.94012e-12 9.62838e-19 -1.49144e-11 -1.43468
e-11 1.42827e-12 2.47419e-11 -8.55597e-13 3.37476 -2.44343 -1.07363e-15 2.94104e-15 3.12599e-14 -5.528e-12 4.31283e-12 -2.81011e-12 1.30447e-12 5.07699e-12 1.83088e-12 -3
.69281e-12 -1.28551e-12 2.80472e-12 2.80472e-12 2.80472e-12 3.42221e-12 2.80472e-12 2.80472e-12 4.75304e-15 1.75758e-12 6.21858e-16 7.64402e-15 -5.1531e-16 -1.09531e-16 9.78367e-16 1.97631e-1
9 -2.88371e-19 -1.02695e-15 -1.1205e-15 1.30855e-15 7.90639e-14 -0.196454
6.66693e-12 6.9426e-12 1.18348e-11 -8.41996e-12 7.48832e-12 2.46382e-10 -1.9777e-11 3.99597e-11 1.21818e-13 5.95343e-12 -6.94297e-12 3.12818e-12 -4.57671e-11 -1.44004e-11 2.00453
e-14 3.34656e-12 1.47590e-18 3.32893e-11 -2.44348e-11 2.45898 7.50926e-12 1.72494e-14 5.84811e-19 1.49367e-12 1.68539e-15 1.43878e-11 7.73581e-15 -1.57791e-11 5.37943e-11 -4
.71838e-11 -7.69989e-16 -6.75972e-16 -6.35884e-16 -5.43686e-15 1.23345e-14 -3.37325e-13 -3.58158e-15 1.09486e-11 3.97026e-12 5.72245e-13 -2.99895e-12 -5.92804e-15 -3.8885e-15 3.40782e-1
5 -3.81472e-15 -3.44536e-13 -3.64723e-15 4.72795e-15 -4.76496e-15 -0.1275
5.52606e-23 4.41296e-16 9.56926e-13 5.50837e-11 2.87765e-15 2.1626e-16 8.72788e-16 2.81043e-11 -1.84549e-14 -7.7672e-16 4.34269e-16 2.80386e-11 8.84543e-13 3.71929e-15 2.29054
e-15 5.40282e-12 1.41032e-12 2.79742e-12 2.59292e-12 2.31135 1.34903e-11 3.34346e-12 8.04717e-11 5.42057e-12 3.73739e-12 1.43896e-11 5.77494e-15 1.30381e-18
1.8952e-11 3.72182e-12 2.78717e-11 1.24432e-15 -4.01138e-11 1.67784e-11 5.42082e-12 -1.69049e-11 4.13226e-12 1.06962e-11 -6.46199e-12 2.81226e-15 -2.98273e-12 3.81183e-15 -3.70994e-1
2 2.74375e-16 2.64254e-15 4.51717e-15 -8.55295e-14 4.34122e-12 0.107172
1.01501e-11 -1.43448e-11 1.24889e-12 2.85283e-19 2.41499e-14 3.41399e-15 -2.31846e-11 4.63555e-12 8.40354e-15 -1.25083e-11 -1.94868e-11 9.40869e-19 2.53167e-12 -2.9465e-11 1.50132
e-11 1.58361e-19 1.51284e-11 -3.14497e-18 2.94164e-15 1.72494e-14 -1.34093e-11 5.93717 -3.95146e-14 4.20976e-14 -4.37152e-11 -5.45658e-12 -1.16886e-11 1.40794e-11 -2.07652e-11 2
.11171e-15 9.52579e-12 -2.75388e-11 -2.02752e-15 2.25402e-12 -2.29955e-11 -1.44612e-11 2.34235e-11 -1.82897e-16 4.4634e-14 5.72984e-16 -7.62811e-12 5.70723e-15 1.44826e-17 1.90518e-1
6 -1.98477e-16 -5.48217e-19 3.28431e-12 1.33759e-19 -3.62826e-13 -0.049745
3
```

[illegible]

Q =	0.0121099	0.0125578	-0.19962	0.136943	0.196622	-0.0374752	0.127478	-0.193697	-0.0372858	-0.161795	-0.198409	0.049882	0.154136	0.0736284	-0.11
7561	0.190231	0.0737267	0.168874	0.19647	-0.127444	0.107189	0.0497481	0.0963546	-0.196477	0.0253981	-0.198222	-0.185945	0.168895	0.185932	-
0.0250672	0.193705	0.06168	0.0858736	0.0618005	0.188975	-0.188991	0.175235	0.0851518	-0.175252	0.0964201	-0.117608	0.107161	-0.136917	-0.14575	
8	0.161771	0.145786	-0.154111	-0.198404	0.199985	0.00015626									
-0.0243355	0.0250679	-0.0250374	-0.199675	-0.0251081	-0.0736287	0.196468	0.0963109	0.0732448	-0.198226	-0.0497659	-0.0966368	-0.196524	0.136904	-0.	
1902	-0.117599	-0.13711	0.180948	0.073599	0.196373	-0.188053	0.096347	0.168857	0.073663	-0.0503991	-0.117534	-0.136931	-0.181023	-0.136862	-
0.0497352	0.0963752	-0.117313	-0.15394	0.117561	0.154083	0.154153	-0.168812	0.154189	-0.168884	-0.169002	0.190311	0.188976	-0.199595	0.19953	
4	-0.190148	0.199617	-0.196444	0.0497021	3.14839e-05	-0.00019943									
0.0363878	0.0374751	0.196412	0.154214	-0.196406	-0.107162	0.175243	0.145856	-0.106597	-0.061778	0.185998	0.137334	0.0964511	0.180976	-0.19	
0226	-0.11749	0.181261	0.0250938	-0.168825	-0.17513	0.198253	0.136916	0.199618	0.0746122	0.117521	0.085189	0.0251533	-0.0852266	-	
0.0736268	-0.145031	0.161442	0.193476	0.161795	-0.0407067	0.0496633	-0.0126392	0.193704	0.012587	0.199807	-0.19036	0.19041	-0.154124	-0.12737	
6	0.0617091	0.127453	0.0963746	0.186089	0.208049	0.00841808									
-0.0403021	0.0497405	0.0497991	-0.0252244	0.0496691	-0.136917	0.0736482	-0.16895	0.136155	0.117524	0.0962941	-0.169424	0.0734897	0.199595	-0.11	
7536	0.19012	-0.199989	-0.154137	-0.136963	0.0734435	-0.153876	0.168858	0.180949	-0.136831	-0.0976593	0.190258	0.199562	0.153986	0.1997	-
0.0963452	-0.168816	-0.189739	-0.196143	0.19022	-0.196498	-0.196357	0.181075	0.19647	0.180928	-0.181228	0.117753	0.154122	-0.0250421	-0.025215	
1	0.117682	-0.025039	0.0736552	-0.0964238	6.45712e-05	-0.000651018									
0.0600332	0.0618014	-0.190288	-0.117349	0.190299	-0.161797	-0.0618322	-0.0616976	-0.160865	0.200041	-0.161731	0.190899	-0.190039	0.190229	-2.72988	
e-05	0.000112793	0.190677	-0.190166	0.117624	0.0620353	0.061519	0.117428	-0.161941	0.161783	0.161852	0.117879	-0.000245645	0.0617793	0.117525	0.16199
-0.117561	0.0617397	0.199423	0.161418	0.199985	-0.117505	-0.117428	-0.161941	0.161783	0.161852	0.117879	-0.000245645	0.0617793	0.117525	0.16199	
2	-0.200158	-0.161838	0.190173	-0.16171	0.199919	0.000809324									
-0.0715365	0.0736285	0.0735343	0.196201	0.0737286	-0.180976	-0.16803	0.199491	0.179846	0.117507	-0.136995	-0.200416	0.168655	0.154086	0.11	
7587	-0.190344	-0.154645	-0.0497913	0.180885	-0.169144	0.0608787	0.199594	0.0250436	0.181084	-0.13884	-0.190141	-0.154168	0.0495591	0.153953	-
0.136902	0.199681	-0.189536	-0.095808	0.190225	0.0962889	0.0965866	-0.0249013	0.0963705	-0.0251235	-0.0254463	-0.117261	-0.0497112	0.196407	-0.19668	
6	0.117749	-0.196415	0.168912	0.136798	9.74486e-05	-0.000972258									
0.0027685	0.0851529	0.180859	-0.168566	-0.108045	-0.193707	-0.190464	-0.0737318	-0.192419	-0.0617458	0.127584	0.197386	-0.0248216	0.0963741	0.19	
0172	0.117711	0.0969653	0.136971	-0.049644	0.198743	-0.146188	0.196473	-0.0735937	0.0496025	0.156332	-0.117639	-0.175185	0.137117	0.175094	
-0.154108	0.0373892	0.161036	0.0120407	0.161783	0.199677	-0.199785	0.185764	0.0125312	-0.185889	-0.0731877	0.189863	-0.145829	0.168822	0.1074	
3	0.0615794	-0.180714	0.0250137	0.127612	-0.200114	0.0011243									
-0.0936805	0.0963553	0.0964733	0.0494026	0.0962151	-0.199619	-0.136805	-0.18113	0.198133	-0.190276	0.168754	-0.182007	-0.137185	0.0250438	0.19	
0251	0.117738	-0.0257409	0.196387	-0.190711	-0.137265	0.196903	0.18095	-0.154133	-0.190452	-0.171384	0.117649	0.0249794	-0.196691	0.0252558	
0.168856	-0.180066	-0.116704	0.0742043	0.117575	0.0735442	0.073825	-0.153808	-0.0735976	-0.154179	0.153608	-0.189812	-0.196423	0.0497892	0.049439	
6	-0.189558	0.0497928	-0.13685	-0.169009	0.00012745	-0.0012686									
0.104249	0.107161	-0.168907	0.0967136	0.169016	-0.190411	-0.0126103	0.127668	-0.196781	-0.161732	-0.0850311	0.155252	0.199907	-0.0497103	0.11	
7511	-0.190015	-0.0489893	0.0737022	-0.024951	0.0129468	-0.186447	0.154121	-0.19642	0.0248954	0.183761	0.190189	0.193812	0.0738817	-0.193924	
-0.180973	-0.127594	0.0960869	-0.146432	0.0617794	-0.13682	0.136689	-0.0377159	-0.145825	0.0375587	-0.195906	0.117109	-0.185998	-0.0964066	-0.17493	
3	0.161524	0.1752	-0.199672	-0.0849955	-0.19986	0.00140001									
-0.114416	0.117562	-0.117415	-0.190596	-0.11772	-0.190227	0.11761	0.117359	0.188405	-7.74664e-05	-0.190346	-0.118809	-0.117881	-0.117586	4.99557	
e-05	-0.000210936	0.116745	-0.11764	0.190085	0.117135	0.11809	0.117538	-0.19025	0.190397	-0.193272	0.00011031	0.117454	0.117279	0.117781	
-0.1902	0.117675	0.00101048	0.190906	2.28777e-05	-0.190308	-0.18997	0.190471	-0.190177	0.190121	0.189604	0.000489949	-0.117513	-0.190152	0.18985	
5	0.000301903	0.190277	-0.117406	0.190037	0.000152908	-0.00152379									
0.124149	0.12740	0.153048	0.181172	-0.153029	-0.175247	0.193657	-0.185745	-0.172907	0.161807	0.03762	0.074976	-0.0493917	-0.160835	-0.11	
7609	-0.190435	-0.167902	-0.199514	0.0964873	-0.19326	-0.0131297	0.0736456	-0.136968	-0.0964584	0.199769	-0.190331	-0.180783	-0.199307	0.186025	
-0.196465	0.185820	-0.062885	-0.19917	-0.0618301	-0.0249628	0.0248958	-0.146071	-0.190459	0.145892	-0.136251	-0.118081	-0.0126054	-0.181032	-0.084774	
9	-0.162125	0.0850845	0.0496605	0.037662	-0.200165	0.00162952									
-0.133412	0.136915	0.137073	-0.0740547	0.136725	-0.15412	0.181028	-0.0252889	0.151989	0.190123	0.199453	-0.0265116	0.180597	-0.196491	-0.19	
0153	-0.117794	0.195525	-0.0964455	-0.154245	0.180474	-0.0957443	0.0250446	-0.049784	-0.153894	-0.203153	-0.117432	-0.196575	0.0960638	-0.196201	
-0.199593	-0.0249317	0.118705	0.16966	-0.11753	0.168756	0.169141	-0.0494451	-0.168826	-0.0498391	0.0490338	0.19076	0.0964019	-0.0735583	-0.074028	
2	0.190551	-0.0735503	0.181047	-0.199001	0.00012828	-0.0017349									
0.142168	0.145788	-0.13708	-0.0731673	0.137104	-0.127468	0.0850913	0.19866	-0.125232	0.0618971	0.0127206	-0.0235324	-0.180575	-0.196423	-0.1	
9027	-0.117304	-0.195469	0.0964512	-0.153952	0.0846321	0.174622	-0.0250438	0.0497833	0.153881	0.203372	0.117424	-0.0373527	0.0966852	0.072044	
-0.199615	-0.190565	-0.163012	-0.180803	-0.161832	0.168902	0.169153	0.193407	-0.107205	-0.193608	0.0504084	-0.190779	0.175209	0.0735514	0.18637	
9	-0.0621616	-0.186035	0.180879	0.0127655	0.199818	0.00182805									
-0.150835	0.154109	-0.153923	0.180477	-0.154308	-0.0963694	-0.0496668	-0.0738747	0.0939695	-0.117655	-0.196627	0.0720064	0.0493258	-0.168903	-0.11	

0.197185	0.199613	0.199836	0.136270	0.199745	0.198134	-0.154013	0.0494216	-0.199359	0.117432	0.0248404	0.0476119	-0.154602	0.0735772	-0.11	4 powerline		
7479	0.189874	-0.074925	-0.169	0.196255	-0.154797	-0.168027	-0.0497685	-0.0964146	0.196753	-0.0380148	0.190389	0.0734573	0.168419	0.0739879	-	C/C4+; g+4	
0.0250522	0.0492623	-0.188625	0.182804	0.190251	0.180011	0.181349	-0.0959397	-0.18091	-0.0964041	0.0953753	0.118296	0.168936	0.137008	0.13634	0	cpdpbg: home	
6	0.11804	0.137016	-0.153907	-0.0253447	0.000243682	-0.0024369										cpdpbg: exte	
0.197936	0.199992	-0.000227545	0.000637383	0.000261108	-0.200083	-0.199684	0.202878	0.200124	0.200216	0.00212607	0.000518408	4.59413e-05	-8.09937	-		cpdpbg: exte	
e-05	0.000337703	0.00130412	0.000133263	0.000204427	0.200068	0.199151	3.15646e-05	6.16501e-05	-0.000296072	0.00494473	-0.000176254	0.200166	0.000448149	-0.20036	-1		
620406	-0.19981	0.198405	-0.201115	0.199962	0.000156685	-0.000381373	0.199586	-0.200055	-0.199855	0.000979404	-0.000733658	0.199928	-0.41382e-05	-0.19942			
9	-0.200482	0.199895	-0.00014502	0.200278	0.199755	0.00244318											
-0.197936	0.199613	-0.199377	-0.137541	-0.199805	0.196434	-0.154017	0.0494239	-0.199302	0.117433	0.0248544	-0.0518532	0.153583	-0.0736717	0.11			
7635	-0.190548	0.0732201	0.168731	-0.196659	-0.154765	-0.168008	0.0497082	0.0962872	-0.196162	0.0281416	-0.190034	0.0734606	-0.169312	0.0739807			
0.0250812	0.0499286	-0.188613	0.182802	0.19625	-0.18112	-0.180582	-0.0959343	-0.180911	-0.0964963	-0.0973272	-0.116822	0.168936	-0.136811	0.13633			
6	0.118036	0.137016	0.153908	0.025344	-0.00243682	-0.0024369											
0.197885	0.190415	-0.0250565	0.000221	0.0053234	0.1853978	-0.0375662	0.175752	0.188755	0.0616807	-0.193593	0.0904445	-0.195939	-0.136863	0.19			
0133	-0.117809	-0.135608	0.181098	0.0734274	0.0381256	0.084294	0.0963823	0.168927	0.0733238	0.0448483	-0.117733	-0.145629	0.181406	0.14544			
0.0497221	-0.175447	0.160269	-0.128578	0.161765	-0.153951	0.153717	-0.107579	-0.127539	0.107306	0.169832	0.189469	0.0850805	-0.1997	0.013127			
7	0.0613295	-0.093644	-0.123443	-0.200241	0.0054126	0.082425	0.0964339	-0.137217	-0.174162	-0.190333	-0.0738381	-0.138065	0.0958367	-0.181011	0.1		
-0.195866	0.196465	0.196682	-0.154699	0.196304	0.168843	0.0964339	-0.137217	-0.174162	-0.190333	-0.0738381	-0.138065	0.0958367	-0.181011	0.1			
9029	-0.117229	0.179673	0.0249364	0.168667	0.0957051	0.0259233	0.13688	0.199544	0.169154	0.0687856	-0.117729	-0.181129	-0.0254999	-0.108012			
0.0736394	-0.136725	-0.115973	0.0588147	0.117594	0.0495846	0.0501193	0.20001	-0.049685	0.199464	-0.200555	-0.189462	-0.0249958	-0.154809	-0.1546			
6	-0.189743	-0.153999	0.0964632	0.0733539	0.000273719	-0.00238321											
0.193445	0.193709	0.0495196	0.0256452	-0.0494872	0.145816	0.18587	-0.106861	0.148479	-0.161683	0.175467	0.170873	0.0741287	-0.19956	0.11			
7483	-0.189888	-0.198328	-0.153973	0.137106	-0.185305	-0.128325	0.168896	0.181026	-0.137194	-0.0915763	0.190041	0.0127162	-0.153677	0.0129683			
0.0963356	0.106981	0.0602384	0.0361817	0.0617656	0.196606	-0.196828	-0.0855497	0.0374235	0.0852963	0.181893	0.116086	-0.127551	-0.0251619	0.19896			
4	0.161341	-0.198525	-0.0737356	0.175529	0.199765	0.0023464											
-0.19047	0.190219	-0.189994	0.116968	-0.190457	0.117536	0.190296	0.189913	-0.120173	-0.00016641	0.117357	-0.192158	-0.190701	-0.190254	7.66279			
e-05	-0.000318072	0.180954	-0.199338	-0.117745	0.189554	0.191023	0.190183	0.117499	-0.117270	0.112601	0.00016769	0.190055	0.189792	0.190559			
0.115751	0.19039	0.0053800	-0.11652	3.54799e-05	0.117413	0.117916	-0.117171	0.117608	-0.117691	-0.11846	0.00074618	-0.190143	0.117646	-0.11808			
2	0.0004055271	-0.117459	-0.190103	-0.117819	0.000232107	-0.00229982											
0.186772	0.185948	-0.0738385	-0.195802	0.0738642	0.0851778	0.107088	0.0128474	0.0876958	0.161918	-0.145594	0.201482	0.169304	-0.154859	-0.11			
7629	0.190522	-0.152876	-0.0496155	-0.180781	-0.106507	-0.194493	0.199634	0.0251256	0.180693	-0.132306	-0.190374	0.127639	-0.049926	-0.127812			
0.136895	-0.0127305	-0.0633601	0.174245	-0.0618397	-0.0962063	0.096	0.198042	0.175211	-0.19829	0.0259425	-0.118276	-0.193781	0.196367	0.036963			
3	-0.162248	0.0737811	-0.168972	-0.14554	-0.200225	0.00224118											
-0.182366	0.180972	0.181169	0.168302	0.180734	0.0497184	-0.0249843	-0.196738	-0.0521958	0.1901	-0.154297	-0.198254	-0.025527	-0.0963911	-0.19			
0141	-0.11857	0.0951066	0.136789	0.0495551	-0.0257998	0.137647	0.196429	-0.0737693	0.0500013	0.149604	-0.1174	-0.0954971	-0.13731	-0.0960334			
0.154117	-0.1962201	0.119074	-0.198512	-0.175212	-0.190744	-0.19926	-0.0732505	0.199654	-0.0737551	0.0727765	0.190897	-0.136847	0.168952	0.16836			
0.190641	0.16982	0.0240646	0.153856	0.00021956	0.00219271												
2	0.177629	0.175255	0.0061551	-0.0491827	-0.0901261	0.0125704	-0.154587	0.0854282	0.0149281	0.0619108	0.107349	0.182675	-0.134661	-0.0250251	-0.19		
0.0281	-0.117267	-0.0239195	0.196574	0.199778	0.154694	-0.0381782	0.188991	-0.154047	-0.19986	-0.164685	0.117402	-0.19828	0.196843	0.190111			
0.168853	-0.0853215	-0.16321	0.184987	-0.161838	-0.073493	0.0732868	-0.127846	0.185908	0.127608	-0.153282	-0.190857	-0.0375393	0.0496562	-0.19322			
2	-0.0622164	0.193626	0.13681	0.107406	0.199789	0.00219566											
-0.171499	0.168872	-0.168673	-0.0968849	-0.190982	-0.0250841	-0.199533	0.153839	0.0227896	-0.11766	0.180788	-0.15572	0.19917	0.0497006	-0.11			
7493	0.189932	-0.0508359	0.0735148	0.0249015	-0.20017	-0.0279521	0.154076	-0.196508	0.0253123	0.176715	0.190359	-0.0498779	-0.0739927	-0.0494339			
0.180979	0.154259	0.191558	-0.13597	-0.19018	0.136779	0.137233	0.1968	0.136955	0.196338	0.195665	0.118163	0.0736813	-0.0962685	0.0958			
7	-0.11761	0.0964394	0.199701	-0.181197	0.000265324	0.00203732											
0.165078	0.161707	-0.117741	0.190711	0.117764	0.061332	-0.161876	0.0611553	-0.0596243	0.199902	-0.061296	0.11908	-0.117138	0.117595	-6.40852			
e-05	0.000678676	0.118601	-0.11745	-0.200005	0.16232	0.161152	0.11758	-0.190161	0.189976	-0.186103	0.000138459	0.161934	-0.117206	-0.162802			
0.1902	0.161655	-0.20128	0.0608994	-0.290032	0.190335	-0.190515	-0.0621265	0.06176	0.0619193	-0.189448	-0.000572994	0.161745	-0.190287	0.062261			
8	0.199619	-0.0618863	0.117467	-0.0615842	-0.200193	0.00193215											
-0.158031	0.154108	0.154273	-0.181424	0.153908	-0.096366	-0.049677	0.0738605	0.0947474	-0.11765	-0.19662	-0.0750513	-0.0501351	0.168831	0.11			
7616	-0.190405	-0.16985	-0.199706	-0.096595	-0.0502132	-0.198969	0.0735994	-0.136957	-0.0961286	0.192503	-0.190077	0.168742	0.199271	0.169133			
4	0.19647	-0.0734805	0.19142	0.0259299	-0.190183	0.0249526	0.0253509	-0.136602	-0.0250259	-0.137016	0.136178	-0.117009	0.199657	-0.180893	-0.18139		
4	-0.117193	-0.180886	-0.049651	0.19625	0.000180937	-0.0018298											
0.150385	0.145778	0.13675	0.0740437	-0.136726	-0.127466	0.0850896	0.198644	-0.125516	0.0618913	0.0127805	0.0263973	0.181334	0.19649	0.19			
0156	0.117704	0.19738	-0.0962756	0.154243	-0.0847069	0.174641	0.0258057	-0.0496594	-0.15431	-0.195817	-0.117684	-0.073757	-0.0960302	0.0372283			
0.199595	-0.198557	-0.162934	-0.107978	-0.161831	-0.168755	0.168596	0.193423	-0.107204	-0.193615	-0.0490401	0.189682	0.175211	-0.0736946	0.1863			


```
my homework? -0.124149 0.117501 0.117604 0.188981 0.171471 -0.190222 0.117611 0.117379 0.188599 -7.01241e-05 -0.198332 0.1165 0.117271 0.11753 4.58489
e-05 -0.000198383 -0.118277 -0.117483 -0.198327 0.117139 0.118066 -0.117577 0.190175 -0.190044 0.186993 0.000102908 0.117461 -0.117804 0.117765
my homework... 0.190221 0.117667 0.000876206 0.190825 2.12889e-05 0.190123 0.190429 0.190441 -0.190181 0.19013 0.190758 0.000451807 -0.117515 0.190265 0.18989
homework? 7 0.000264161 0.190227 0.117621 0.190856 0.000135598 -0.00137969 0.190441 -0.190181 0.19013 0.190758 0.000451807 -0.117515 0.190265 0.18989
a 0.114416 0.107161 0.168749 -0.0909152 -0.168731 -0.190409 -0.0125981 0.127647 -0.19694 -0.161739 -0.0859478 -0.15313 -0.199337 0.0497612 -0.11
7598 0.190387 0.0503899 -0.0735539 0.0251679 0.0129497 -0.186402 -0.154088 0.19649 -0.0252205 -0.177961 -0.190302 0.193803 -0.0733978 -0.193902
0.180958 -0.127581 0.0610152 -0.146335 0.0617827 0.136991 -0.137105 -0.0376844 -0.145823 0.0375525 0.196947 -0.117963 -0.185991 0.0963017 -0.17496
5 0.161559 0.175207 0.199546 -0.0050114 0.199873 0.0012612 -0.104249 0.0963539 -0.0962407 -0.0500499 -0.0964723 -0.199615 -0.136865 -0.181113 0.198257 -0.19027 0.168763 0.180073 0.136658 -0.0250892 -0.19
0175 -0.117715 0.0244818 -0.19652 0.199511 -0.137255 0.196836 -0.180098 0.154075 0.199743 0.166087 -0.117476 0.0249915 0.196248 0.0252294
0.168874 -0.180878 -0.116856 0.0740972 0.117575 -0.073695 -0.073448 -0.153911 -0.0736083 -0.154169 -0.154537 0.190566 -0.196424 -0.0496906 0.049462
4 -0.189984 0.0497885 0.136964 -0.168996 0.000116795 -0.00113581 0.0936865 0.0851522 -0.181061 0.16914 0.181073 -0.193706 -0.198459 -0.0373452 -0.192507 -0.0617525 0.127577 -0.195642 0.025294 -0.0963322 -0.19
0245 -0.117419 -0.0958315 -0.136856 0.0498247 0.198708 -0.146187 -0.196444 0.0736532 -0.0498588 -0.151561 0.117482 -0.175191 -0.13672 0.175116
0.154097 0.0373953 0.161188 0.0121485 0.161787 -0.199541 0.199444 0.185779 0.0125351 -0.185897 0.0740852 -0.190512 -0.145824 -0.168903 0.10741
2 0.0615966 -0.107207 -0.0251123 0.127598 -0.2001 0.00101129 -0.0827685 0.0736271 0.0737045 -0.196684 0.073531 -0.180973 -0.168837 0.192492 0.179901 0.117512 -0.136985 0.198865 -0.16906 -0.15412 -0.11
7529 0.190092 0.153648 0.040607 -0.181037 -0.169066 0.0499957 -0.199615 -0.025087 -0.180859 0.134616 0.190276 -0.154164 -0.049902 -0.15397
0.136916 0.199674 -0.18968 -0.0959956 0.190225 -0.0964092 0.0962072 -0.0249114 0.0963706 -0.0251209 0.0247366 0.117807 -0.0497138 -0.196421 -0.19666
7 0.117737 -0.196419 -0.168823 0.136811 0.529777e-05 -0.000876012 0.0715365 0.0618005 0.190142 0.117732 -0.190132 0.161707 -0.0618355 -0.0617804 -0.160888 0.200038 -0.16174 -0.189546 0.190366 -0.190198 -2.0032
e-05 0.000102991 -0.189802 0.190252 -0.117499 0.061968 0.061588 -0.1902 -0.117537 0.117466 -0.115523 5.00223e-05 0.061851 0.190346 -0.061919
0.117553 0.0617489 0.19955 0.161495 0.199989 0.117602 -0.117677 -0.16193 0.161788 0.161846 -0.117275 -0.000206927 0.0617805 -0.117586 0.16197
-0.200146 -0.161835 -0.190246 -0.161718 0.199925 0.000735704 -0.0000332 0.0097392 -0.0496792 0.0249383 -0.136916 0.0736405 -0.168942 0.136147 0.117527 0.0962956 0.168278 -0.073741 -0.199617 0.11
7577 -0.190295 0.199278 0.154073 0.136859 0.0734984 -0.153917 -0.16887 -0.180098 0.136982 0.0945873 -0.190168 0.199565 -0.154207 0.199694
0.0963554 -0.168819 -0.189842 -0.196191 0.190222 0.196421 0.196549 0.181061 0.196472 0.180932 0.18073 -0.117386 0.154119 0.025088 -0.025193
7 0.117668 -0.0250423 -0.0735986 -0.0964199 6.19985e-05 -0.000590238 0.0483021 0.0374742 -0.196499 0.196504 -0.107163 0.175242 0.145851 -0.106562 -0.0617804 0.185996 -0.136404 -0.0962665 -0.180957 0.19
0198 0.117619 -0.180705 -0.0250393 0.160904 0.175155 0.198261 -0.1369 -0.199595 -0.168917 -0.0721427 -0.117592 0.0851886 -0.0249897 -0.0852151
0.073623 -0.14583 0.161515 0.193491 0.161798 0.0497692 -0.0498027 -0.0126266 0.193708 0.0125866 -0.199418 0.190072 0.19841 0.154882 -0.12739
2 0.0617238 0.127464 0.0963278 0.180005 -0.200043 0.000449143 -0.0363878 0.0250669 0.0250921 0.199535 0.0250338 -0.0736306 0.19647 0.0963113 0.0731846 0.190227 -0.0497616 0.0959357 0.196397 -0.136915 0.19
0023 0.117517 0.13672 -0.180902 -0.0736477 0.196361 -0.180028 -0.0963505 -0.168876 0.0735897 0.0485476 0.117578 -0.136929 0.180912 -0.136871
0.0497409 0.0963725 -0.117340 -0.153922 -0.117564 0.154121 -0.154058 -0.168817 0.154111 -0.168883 0.16873 -0.190103 0.180975 0.199616 0.1995
4 -0.190156 0.190618 0.196471 0.0407057 2.76681e-05 -0.000316026 0.0243355 0.0125567 0.199597 0.136857 -0.199585 -0.0374779 0.127483 -0.193693 -0.0378206 -0.161794 -0.198407 -0.0494219 -0.154061 -0.0736205 0.11
7552 -0.190189 -0.0735993 -0.168857 -0.196443 -0.127401 0.107059 -0.0497311 -0.0963487 0.196434 -0.0241777 0.190199 -0.185943 -0.168832 0.185928
0.0250664 0.193703 0.0616772 0.0885263 0.0618023 -0.180955 0.180935 0.175227 0.0851528 -0.175251 -0.0962701 0.117485 0.107161 0.136902 -0.14575
1 0.161766 0.145786 0.154094 -0.198402 0.19998 0.000184846 -0.0121909 -6.64199e-07 9.29426e-06 -3.24795e-05 -6.57600e-06 -4.39769e-06 8.86636e-06 -7.89958e-06 -0.000104207 -2.7694e-06 -9.10581e-06 -0.000207127 -2.18131e-05 1.15878e-07 1.57745
e-06 -9.34463e-06 -3.91011e-05 -5.96942e-06 -8.1746e-06 -5.82986e-05 6.19026e-06 3.98282e-06 -4.14734e-06 9.99336e-06 -0.000578593 6.839e-06 -6.53979e-06 -1.39344e-05 1.73251e-05 1.
18077e-06 7.30256e-06 4.33682e-05 7.01026e-05 2.60208e-06 -6.55431e-06 1.50607e-05 1.67362e-05 1.7096e-06 -5.37504e-06 -2.33001e-05 3.13405e-05 3.17496e-06 3.81842e-06 -2.08353e-0
5 1.80594e-05 3.52447e-06 4.33005e-06 -9.83592e-06 9.45945e-06 0.999925
```

```
homework? exercise1:
n = 60
iter = 10063
time = 12.916
eigenvalues=
2.00265 2.0101 2.02458 2.04373 2.06814 2.09789 2.13284 2.17291 2.21799 2.26796 2.32266 2.38196 2.44571 2.51371 2.58578 2.66174 2.74136 2.82443 2.91071 3 3.09282 3.18653 3.28326 3.3819
6 3.48236 3.58417 3.68713 3.79094 3.89533 4 4.00005 4.10467 4.20906 4.31287 4.41582 4.51764 4.61803 4.71673 4.81347 4.90798 5 5.00928 5.17557 5.25864 5.33826 5.41421 5.48629 5.55
429 5.61803 5.67734 5.73205 5.78201 5.82709 5.86716 5.90211 5.93185 5.95629 5.97538 5.98904 5.99726
exercise1:
n = 70
iter = 13133
time = 26.384
eigenvalues=
2.00196 2.00809 2.01809 2.03214 2.05012 2.07208 2.09789 2.12753 2.16094 2.19806 2.23881 2.28311 2.33085 2.38197 2.43634 2.49386 2.55441 2.61788 2.68412 2.75302 2.82443 2.89821 2.9742 3.0522
6 3.13223 3.21395 3.29725 3.38197 3.46793 3.55496 3.64289 3.73153 3.82072 3.91027 4 4.00003 4.08973 4.17928 4.26847 4.35711 4.44504 4.53207 4.61803 4.70275 4.78605 4.86777 4.94774 5.0
258 5.10179 5.17557 5.24698 5.31588 5.38213 5.44559 5.50614 5.56366 5.61803 5.66915 5.7169 5.76119 5.80194 5.83906 5.87247 5.90211 5.92793 5.94986 5.96786 5.9819 5.99195 5.99799
exercise1:
n = 80
iter = 17599
time = 49.588
eigenvalues=
2.0015 2.00621 2.01384 2.02464 2.03842 2.05527 2.07507 2.0979 2.1236 2.15223 2.18371 2.21799 2.25502 2.29472 2.33706 2.38197 2.42937 2.47919 2.53135 2.58579 2.6424 2.7011 2.7618 2.8244
3 2.88886 2.955 3.02276 3.09202 3.16268 3.23463 3.30777 3.38197 3.45712 3.53311 3.60982 3.68713 3.76493 3.84308 3.92148 4 4.00003 4.07852 4.15691 4.23507 4.31287 4.39018 4.46689 4.54
288 4.61803 4.69223 4.76537 4.83732 4.90798 4.97724 5.045 5.11114 5.17557 5.23819 5.2989 5.3576 5.41421 5.46864 5.52082 5.57063 5.61803 5.66294 5.70528 5.74499 5.78201 5.81629 5.84776 5.
87638 5.90211 5.92491 5.94474 5.96157 5.97538 5.98614 5.99383 5.99846
exercise1:
n = 90
iter = 22123
time = 93.135
eigenvalues=
2.00122 2.00487 2.01094 2.01904 2.03038 2.04372 2.05942 2.07751 2.0979 2.12063 2.14563 2.17292 2.20244 2.23411 2.26796 2.30392 2.34192 2.38197 2.424 2.46791 2.51372 2.56132 2.61068 2.6617
4 2.71443 2.76868 2.82443 2.88162 2.94016 3 3.06105 3.12326 3.18652 3.25079 3.31596 3.38196 3.44873 3.51616 3.58418 3.6527 3.72165 3.79095 3.86049 3.93021 4 4.00021 4.0698 4.13
952 4.20906 4.27834 4.3473 4.41582 4.48384 4.55127 4.61804 4.68404 4.74921 4.81347 4.87674 4.93895 5 5.05084 5.11839 5.17557 5.23132 5.28558 5.33826 5.38932 5.43868 5.48629 5.53209 5.
57602 5.61803 5.65808 5.6961 5.73205 5.7659 5.79759 5.82709 5.85437 5.87939 5.90211 5.92252 5.94049 5.95963 5.96962 5.98054 5.98904 5.99513 5.99878
exercise1:
n = 100
iter = 27585
time = 151.052
eigenvalues=
2.00099 2.00392 2.0087 2.01583 2.02453 2.03545 2.04818 2.06284 2.07942 2.09789 2.11825 2.14044 2.16444 2.19036 2.21797 2.24739 2.27852 2.31133 2.34585 2.38197 2.41972 2.45897 2.49978 2.5420
7 2.58577 2.63091 2.67738 2.72516 2.77419 2.82443 2.87583 2.92835 2.98191 3.0365 3.09202 3.14844 3.2057 3.26375 3.32253 3.38198 3.44201 3.50262 3.56372 3.62524 3.68714 3.74933 3.81178 3.87
442 3.93718 4 4.00018 4.06282 4.12558 4.18821 4.25067 4.31287 4.37476 4.43629 4.49737 4.55798 4.61804 4.67748 4.73625 4.7943 4.85156 4.90798 4.96351 5.01808 5.07165 5.12417 5.17557 5.
22581 5.27405 5.32262 5.36989 5.41421 5.45794 5.50022 5.54103 5.58031 5.61803 5.65416 5.68866 5.72148 5.75261 5.78201 5.80966 5.83551 5.85955 5.88176 5.90211 5.92059 5.93717 5.95183 5.96458
5.97530 5.98423 5.99112 5.99605 5.99901
```

第二题实验结果：

```
exercise2:
min eigenvalue=
0.000967435
min eigenvector=
0.00437636 0.00874848 0.0131121 0.0174631 0.0217972 0.0261102 0.0303979 0.0346562 0.038881 0.0430682 0.0472137 0.0513136 0.0553638 0.0593604 0.0632996 0.0671776 0.0709906 0.0
0747349 0.0784069 0.082003 0.0855198 0.0889539 0.092302 0.0955607 0.098727 0.101798 0.10477 0.107641 0.110408 0.113068 0.115618 0.118057 0.120382 0.12259 0.12
4679 0.126648 0.128494 0.130216 0.131812 0.133281 0.13462 0.13583 0.136908 0.137853 0.138665 0.139343 0.139886 0.140294 0.140566 0.140702 0.140702 0.14056
6 0.140294 0.139886 0.139343 0.138665 0.137853 0.136908 0.13583 0.13462 0.133281 0.131812 0.130216 0.128494 0.126648 0.124679 0.12259 0.120382 0.118857
0.115618 0.113068 0.110408 0.107641 0.10477 0.101798 0.098727 0.0955607 0.092302 0.0889539 0.0855198 0.082003 0.0784069 0.0747349 0.0709906 0.0671776 0.0632996 0.0
593604 0.0553638 0.0513136 0.0472137 0.0430682 0.038881 0.0346562 0.0303979 0.0261102 0.0217972 0.0174631 0.0131121 0.00874848 0.00437636
iter = 54
time = 0
max eigenvalue=
3.99903
max eigenvector=
-0.161404 -0.000940209 -0.160309 -0.00218904 -0.158906 -0.00374405 -0.157202 -0.00559683 -0.155203 -0.00774101 -0.152916 -0.0101683 -0.15035 -0.0128693 -0.14
7516 -0.0158336 -0.144425 -0.0190496 -0.141087 -0.0225051 -0.137517 -0.0261865 -0.133728 -0.0300796 -0.129735 -0.0341695 -0.125552 -0.0384402 -0.121197 -
0.0428752 -0.116687 -0.0474574 -0.112037 -0.0521691 -0.107268 -0.056992 -0.102396 -0.0619075 -0.0974417 -0.0668965 -0.0924231 -0.0719397 -0.08736 -0.077017
7 -0.082272 -0.0821108 -0.0771788 -0.0871993 -0.0721 -0.09222634 -0.0670554 -0.0972837 -0.0620644 -0.102241 -0.0571463 -0.107115 -0.0523202 -0.111888 -0.0
476047 -0.116541 -0.0430181 -0.121057 -0.0385782 -0.125417 -0.034302 -0.129605 -0.0302062 -0.133605 -0.0263066 -0.137401 -0.0226182 -0.140978 -0.0191554
-0.144323 -0.0159316 -0.147422 -0.0129592 -0.150265 -0.0102497 -0.152839 -0.00781355 -0.155135 -0.00566028 -0.157143 -0.00379815 -0.158857 -0.0022344 -0.160
269 -0.000975046 -0.161375 -2.49805e-05 -0.162169 0.000612127 -0.162648 0.00093381 -0.162812 0.000938826 -0.162658 0.000627154 -0.162189
iter = 54
time = 0
```

四、结果分析

第一题：计算时间相对比较长，100阶要计算155s，随着阶数提升，计算时间大量上涨。jacobi求特征值计算相对较慢。

第二题：二分法计算时间很快，迭代次数少，效率高。