

Summary of Generalized Partial Credit Model

July 18, 2018

1 Checking Assumptions

Table 1: Goodness of fit statistics related to the test of unidimensionality in the GPCM-based instrument for measuring gains in skill/knowledge of participants in the third empirical study

data	df	chisq	AGFI	TLI	CFI	DETECT	ASSI	RATIO
Pre-test	9	8.664	0.964	1.036	1	194.158	0.200	0.457
Post-test	14	9.815	0.962	2.826	1	258.820	0.429	0.645

df: degree of freedom; AGFI: Adjusted Goodness of Fit Index; CFI: Comparative Fit Index; TLI: Tucker-Lewis Index;

Table 2: Item residual correlation statistics related to the test of local independence in the GPCM-based instrument for measuring gains in skill/knowledge of participants in the third empirical study

data	max.chisq	maxaQ3	MADaQ3	SRMSR	p.value
Pre-test	285.450	0.361	0.142	0.188	0.112
Post-test	6332.263	0.342	0.141	0.179	0.402

aQ3: adjusted correlation of item residuals; maxaQ3: maximum aQ3; MADaQ3: Median Absolute Deviation of aQ3;

Table 3: Test of monotonicity in the GPCM-based instrument for measuring gains in skill/knowledge of participants in the third empirical study

data	ItemH	ac	vi	vi/ac	maxvi	sum	sum/ac	zmax	zsig	crit
Pre-test.Un2	0.05	0	0		0.00	0.00		0.00	0	0
Pre-test.Ap1	0.19	0	0		0.00	0.00		0.00	0	0
Pre-test.Ap3	-0.02	22	12	0.55	0.21	2.03	0.09	1.42	0	208
Pre-test.An3a	0.16	14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Pre-test.An3b	0.20	14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Pre-test.Ev2	-0.02	0	0		0.00	0.00		0.00	0	0
Post-test.ReB	0.14	44	15	0.34	0.07	0.75	0.02	0.24	0	79
Post-test.ApA	0.21	14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0

Table 3: *(continued)*

data	ItemH	ac	vi	vi/ac	maxvi	sum	sum/ac	zmax	zsig	crit
Post-test.ApC	0.23	18	1	0.06	0.04	0.04	0.00	0.21	0	19
Post-test.AnC1	0.06	14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Post-test.AnC2	0.00	0	0		0.00	0.00		0.00	0	0
Post-test.EvB	0.30	9	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
Post-test.PGs3	-0.23	3	3	1.00	0.36	0.60	0.20	1.39	0	377

vi: numer of violations; vi/ac: proportion of active pairs; maxvi: maximum violations; sum: sum of all violations;

zmax: maximum z-value; zsig: number of significant z-values; crit: Critical value

2 Estimating Item Parameters

Table 4: Estimated parameters in the GPCM-based instrument for measuring the Pre-test

estimated	An3a	An3b	Ap1	Ap3	Ev2	Un2
xsi.item	0.030	0.065	-0.013	0.019	0.073	0.006
B.Cat0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B.Cat1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B.Cat2	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
B.Cat3	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
B.Cat4	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
B.Cat5	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
B.Cat6	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
B.Cat7	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
B.Cat8	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
B.Cat9	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000
B.Cat10	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
B.Cat11	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
B.Cat12	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
B.Cat13	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000
B.Cat14	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
B.Cat15	0.000	0.000	15.000	15.000	15.000	15.000
B.Cat16	0.000	0.000	16.000	16.000	16.000	16.000
B.Cat17	0.000	0.000	17.000	17.000	17.000	17.000
B.Cat18	0.000	0.000	18.000	18.000	18.000	18.000
B.Cat19	0.000	0.000	19.000	19.000	0.000	19.000
B.Cat20	0.000	0.000	20.000	20.000	0.000	20.000
B.Cat21	0.000	0.000	21.000	21.000	0.000	21.000
B.Cat22	0.000	0.000	22.000	22.000	0.000	22.000
B.Cat23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.000
B.Cat24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	24.000
B.Cat25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.000
B.Cat26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	26.000
B.Cat27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.000
B.Cat28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.000
B.Cat29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	29.000
B.Cat30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	30.000
B.Cat31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	31.000
B.Cat32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	32.000
B.Cat33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	33.000
B.Cat34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.000
B.Cat35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.000
B.Cat36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	36.000
B.Cat37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	37.000
B.Cat38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	38.000

Table 4: *(continued)*

estimated	An3a	An3b	Ap1	Ap3	Ev2	Un2
B.Cat39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	39.000
B.Cat40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	40.000
B.Cat41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	41.000
B.Cat42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	42.000
AXsi.Cat0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AXsi.Cat1	-6.608	-6.424	-6.249	-5.083	-6.162	-6.234
AXsi.Cat2	-7.773	-8.559	-8.205	-7.157	-7.963	-7.998
AXsi.Cat3	-8.053	-9.409	-8.939	-8.177	-8.692	-8.967
AXsi.Cat4	-6.692	-8.749	-9.472	-8.725	-9.030	-9.913
AXsi.Cat5	-3.028	-6.715	-9.537	-8.919	-8.693	-10.148
AXsi.Cat6	-1.045	-1.541	-9.387	-8.781	-6.938	-9.931
AXsi.Cat7	-0.593	-2.375	-8.827	-8.305	-3.495	-9.579
AXsi.Cat8	-3.026	-3.577	-7.911	-7.450	-0.672	-9.065
AXsi.Cat9	-6.673	-7.170	-6.166	-5.841	-3.510	-7.907
AXsi.Cat10	-7.543	-7.541	-1.781	-0.760	-7.131	-5.895
AXsi.Cat11	-6.507	-6.311	-6.144	-1.604	-8.700	-0.628
AXsi.Cat12	-2.311	-3.585	-7.598	-3.588	-9.521	-0.688
AXsi.Cat13	-1.889	-2.883	-8.300	-5.826	-9.563	-0.369
AXsi.Cat14	-0.423	-0.905	-8.407	-7.696	-8.974	-0.056
AXsi.Cat15			-8.270	-8.421	-8.844	-5.141
AXsi.Cat16			-7.623	-8.996	-8.289	-6.966
AXsi.Cat17			-6.085	-9.055	-6.950	-7.980
AXsi.Cat18			-3.306	-8.914	-1.306	-8.589
AXsi.Cat19			-6.316	-8.382		-8.632
AXsi.Cat20			-7.231	-7.435		-8.486
AXsi.Cat21			-5.925	-5.716		-7.945
AXsi.Cat22			0.284	-0.417		-6.822
AXsi.Cat23						-5.445
AXsi.Cat24						-2.093
AXsi.Cat25						-1.456
AXsi.Cat26						-0.586
AXsi.Cat27						0.964
AXsi.Cat28						-0.138
AXsi.Cat29						-2.046
AXsi.Cat30						-6.085
AXsi.Cat31						-7.783
AXsi.Cat32						-8.824
AXsi.Cat33						-9.423
AXsi.Cat34						-9.713
AXsi.Cat35						-9.829

Table 4: *(continued)*

estimated	An3a	An3b	Ap1	Ap3	Ev2	Un2
AXsi.Cat36						−9.526
AXsi.Cat37						−8.816
AXsi.Cat38						−7.746
AXsi.Cat39						−5.916
AXsi.Cat40						−1.936
AXsi.Cat41						−0.577
AXsi.Cat42						−0.258
max.Outfit	1.002	1.069	1.028	1.167	0.985	0.580
max.Infit	1.002	1.069	1.028	1.167	0.985	0.580

Table 5: Estimated parameters in the GPCM-based instrument for measuring the Post-test

estimated	AnC1	AnC2	ApA	ApC	EvB	PGs3	ReB
xsi.item	0.031	0.139	0.037	0.095	0.118	−16.012	−0.052
B.Cat0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B.Cat1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B.Cat2	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
B.Cat3	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
B.Cat4	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
B.Cat5	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000	5.000
B.Cat6	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	0.000	6.000
B.Cat7	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	0.000	7.000
B.Cat8	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	0.000	8.000
B.Cat9	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000	0.000	9.000
B.Cat10	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	0.000	10.000
B.Cat11	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	0.000	11.000
B.Cat12	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	0.000	12.000
B.Cat13	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	0.000	13.000
B.Cat14	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	0.000	14.000
B.Cat15	0.000	0.000	0.000	15.000	15.000	0.000	15.000
B.Cat16	0.000	0.000	0.000	16.000	16.000	0.000	16.000
B.Cat17	0.000	0.000	0.000	17.000	17.000	0.000	17.000
B.Cat18	0.000	0.000	0.000	18.000	18.000	0.000	18.000
B.Cat19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	19.000
B.Cat20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.000
B.Cat21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	21.000
B.Cat22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	22.000
B.Cat23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.000
B.Cat24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	24.000
B.Cat25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.000
B.Cat26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	26.000
B.Cat27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.000
B.Cat28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	28.000
B.Cat29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	29.000
B.Cat30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	30.000
B.Cat31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	31.000
B.Cat32	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	32.000
B.Cat33	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	33.000
B.Cat34	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.000
B.Cat35	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.000
B.Cat36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	36.000
B.Cat37	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	37.000
B.Cat38	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	38.000

Table 5: *(continued)*

estimated	AnC1	AnC2	ApA	ApC	EvB	PGs3	ReB
B.Cat39	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	39.000
B.Cat40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	40.000
B.Cat41	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	41.000
B.Cat42	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	42.000
B.Cat43	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	43.000
B.Cat44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	44.000
B.Cat45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	45.000
B.Cat46	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	46.000
B.Cat47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	47.000
B.Cat48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	48.000
B.Cat49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	49.000
B.Cat50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	50.000
B.Cat51	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	51.000
B.Cat52	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	52.000
B.Cat53	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	53.000
B.Cat54	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	54.000
B.Cat55	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	55.000
B.Cat56	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	56.000
AXsi.Cat0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
AXsi.Cat1	-6.016	-7.630	-6.477	-6.260	-6.520	64.180	-4.373
AXsi.Cat2	-7.797	-8.765	-7.520	-8.031	-8.764	63.710	0.942
AXsi.Cat3	-7.643	-7.791	-6.599	-9.035	-8.893	63.710	-4.505
AXsi.Cat4	-6.231	-3.055	-3.183	-8.561	-8.163	64.046	-6.208
AXsi.Cat5	-2.360	-1.946	-5.662	-6.585	-6.520		-7.275
AXsi.Cat6	-1.411	-0.336	-0.720	-2.792	-3.627		-7.471
AXsi.Cat7	-1.231	-2.351	-5.722	-3.472	-3.532		-7.537
AXsi.Cat8	-3.054	-3.051	-3.191	-1.023	-1.395		-7.057
AXsi.Cat9	-6.343	-8.386	-6.700	-3.552	-2.948		-6.357
AXsi.Cat10	-6.866	-9.280	-7.405	-7.056	-3.666		-4.146
AXsi.Cat11	-6.217	-8.264	-6.479	-8.584	-7.352		0.181
AXsi.Cat12	-3.074	-1.661	-3.165	-9.695	-9.256		-0.127
AXsi.Cat13	-2.980	-8.117	-5.683	-10.164	-10.319		0.008
AXsi.Cat14	-0.435	-1.946	-0.511	-10.467	-10.722		-4.277
AXsi.Cat15				-10.173	-10.519		-6.159
AXsi.Cat16				-9.278	-9.662		-6.911
AXsi.Cat17				-7.619	-7.857		-7.021
AXsi.Cat18				-1.702	-2.132		-6.176
AXsi.Cat19							-4.458
AXsi.Cat20							1.042
AXsi.Cat21							0.490

Table 5: *(continued)*

estimated	AnC1	AnC2	ApA	ApC	EvB	PGs3	ReB
AXsi.Cat22							−3.616
AXsi.Cat23							−5.390
AXsi.Cat24							−6.193
AXsi.Cat25							−6.436
AXsi.Cat26							−6.284
AXsi.Cat27							−5.316
AXsi.Cat28							−3.471
AXsi.Cat29							0.672
AXsi.Cat30							−3.567
AXsi.Cat31							−5.196
AXsi.Cat32							−5.974
AXsi.Cat33							−6.083
AXsi.Cat34							−6.261
AXsi.Cat35							−5.425
AXsi.Cat36							−3.647
AXsi.Cat37							−0.202
AXsi.Cat38							1.827
AXsi.Cat39							0.003
AXsi.Cat40							−3.899
AXsi.Cat41							−5.746
AXsi.Cat42							−6.678
AXsi.Cat43							−6.958
AXsi.Cat44							−6.454
AXsi.Cat45							−5.064
AXsi.Cat46							−3.569
AXsi.Cat47							1.232
AXsi.Cat48							0.582
AXsi.Cat49							−3.531
AXsi.Cat50							−5.357
AXsi.Cat51							−6.125
AXsi.Cat52							−6.413
AXsi.Cat53							−6.322
AXsi.Cat54							−5.461
AXsi.Cat55							−3.401
AXsi.Cat56							2.922
max.Outfit	1.008	1.000	1.004	1.205	1.166	1.000	0.674
max.Infit	1.008	1.000	1.004	1.205	1.166	1.000	0.674

3 Latent Trait Estimates

Table 6: Latent trait estimates and person model fit of the GPCM-based instrument for measuring gains in skill/knowledge of participants in the third empirical study

	Pre-test.theta	Pre-test.error	Pre-test.Outfit	Pre-test.Infit	Post-test.theta	Post-test.error	Post-test.Outfit	Post-test.Infit
10169	-0.083	0.058	0.414	0.320	0.074	0.062	0.458	0.359
10170	0.017	0.048	1.122	0.975	-0.020	0.043	0.436	0.215
10172	-0.026	0.049	1.002	1.593	-0.080	0.057	0.695	0.573
10174	0.110	0.680	1.375	1.965	-0.026	0.043	1.006	0.375
10175	0.034	0.049	1.066	0.894	0.210	0.085	0.834	0.913
10176	0.078	0.054	0.718	0.627	-0.016	0.053	0.790	1.114
10178	-0.023	0.055	1.477	1.851	0.011	0.048	0.492	0.313
10179	0.068	0.049	0.224	0.249	-0.011	0.043	0.395	0.399
10181	-0.059	0.053	0.479	0.647	0.015	0.049	0.850	0.642
10183	-0.026	0.049	1.056	1.013	-0.020	0.043	0.180	0.111
10184	0.055	0.051	0.618	0.482	-0.020	0.043	0.867	1.210
10185	0.021	0.048	1.222	1.580	-0.010	0.043	0.772	0.970
10186	0.013	0.048	0.217	0.185	0.007	0.047	0.672	0.260
10187	-0.023	0.055	1.477	1.851	-0.003	0.045	0.449	0.728
10188	0.007	0.048	1.188	0.961	0.161	0.073	1.386	1.198
10189	-0.110	0.066	0.177	0.150	-0.041	0.044	2.318	0.626
10190	-0.052	0.050	0.310	0.215	-0.088	0.061	0.475	0.428
10191	0.086	0.056	1.119	0.949	-0.021	0.043	0.732	0.247
10192	0.017	0.048	0.884	0.697	0.127	0.069	1.557	1.476
10193	0.011	0.048	0.375	0.319	-0.029	0.043	1.621	0.877
10197	0.021	0.048	0.678	0.582	-0.269	0.081	24.053	20.830
10198	-0.057	0.052	0.505	0.698	0.032	0.053	0.339	0.234
10200	-0.052	0.050	0.453	0.630	-0.012	0.045	0.534	0.426
10201	0.034	0.049	1.010	0.796	-0.015	0.043	0.890	0.286
10202	-0.077	0.056	0.616	0.885	0.113	0.067	0.631	0.796
10203	0.549	0.104	1025.437	224.121	-0.082	0.058	0.317	0.126
10204	-0.025	0.065	0.312	0.374	0.020	0.050	1.124	0.787
10206	0.015	0.048	1.215	0.961	0.003	0.046	0.572	0.199
10209	0.045	0.050	0.663	0.387	0.181	0.077	0.563	0.383
10210	0.017	0.048	0.943	1.178	0.023	0.051	1.055	0.601
10213	-0.003	0.048	1.373	1.118	0.003	0.046	0.597	0.732
10214	-0.110	0.066	0.686	0.674	0.002	0.046	1.450	1.251
10215	-0.101	0.262	2.793	3.233	0.536	0.138	926.235	194.704
10216	0.110	0.680	0.722	0.846	0.067	0.061	1.006	0.783
10217	0.041	0.050	1.181	0.970	0.128	0.069	0.449	0.316
10218	0.009	0.048	0.940	0.939	-0.015	0.043	0.911	1.083
10219	0.023	0.050	0.624	0.398	-0.012	0.045	0.863	0.319
10220	-0.052	0.050	0.831	0.846	-0.012	0.045	1.429	0.402

Table 6: (continued)

	Pre-test.theta	Pre-test.error	Pre-test.Outfit	Pre-test.Infit	Post-test.theta	Post-test.error	Post-test.Outfit	Post-test.Infit
10221	-0.092	0.060	0.516	0.321	-0.205	0.070	5.678	11.765
10223	0.007	0.048	1.188	0.961	-0.011	0.043	1.210	0.812

Table 6: (continued)

	Pre-test.theta	Pre-test.error	Pre-test.Outfit	Pre-test.Infit	Post-test.theta	Post-test.error	Post-test.Outfit	Post-test.Infit
10226	-0.049	0.051	0.406	0.324	0.004	0.046	0.493	0.643
10227	0.013	0.048	0.706	0.642	-0.264	0.075	9.201	6.981
10228	-0.149	0.082	0.787	0.551	-0.264	0.075	8.157	12.257
10230	0.060	0.052	0.525	0.478	-0.079	0.056	1.086	0.678
10231	0.477	0.083	144.754	74.848	0.036	0.054	1.624	1.293
10232	0.050	0.051	0.573	0.424	-0.024	0.043	0.171	0.061
10237	0.005	0.048	0.854	0.673	0.021	0.051	0.567	0.507
10238	-0.003	0.447	1.172	1.195	-0.015	0.043	0.662	0.259
10240	-0.003	0.447	0.677	0.614	-0.041	0.046	0.737	0.285