

Table S1. Experts information.

Expert	Gender	Enterprise type	Work experience in the AECO industry	Work experience in the BIM and DT field	Position	Highest education degree
1	Male	State holding enterprise	7 years	7 years	Research and Development Manager	Bachelor
2	Male	Private enterprise	11 years	10 years	Department Head	Master
3	Male	Private enterprise	6 years	6 years	Project Manager	Bachelor
4	Male	Private enterprise	12 years	6 years	BIM Manager	Bachelor
5	Female	BIM consulting company	10 years	6 years	BIM Engineer	Bachelor
6	Male	BIM consulting company	5 years	5 years	BIM Engineer	Bachelor
7	Female	BIM consulting company	3 years	3 years	BIM Engineer	Vocational
8	Male	BIM consulting company	3 years	3 years	BIM Engineer	Vocational
9	Male	BIM consulting company	3 years	3 years	BIM Engineer	Bachelor

Table S2. Direct-influence matrix X.

Barrier	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	Row sum
X ₁	0	2	2	3	2	2	3	1	2	2	1	1	1	1	3	2	2	30
X ₂	2	0	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	32
X ₃	2	2	0	2	3	3	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	31
X ₄	3	3	3	0	2	3	2	3	1	3	1	2	2	2	2	2	2	36
X ₅	2	2	2	2	0	3	2	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	22
X ₆	1	2	2	1	2	0	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	15
X ₇	2	2	2	1	2	2	0	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	20
X ₈	2	1	1	1	2	2	2	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	17
X ₉	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	2	2	2	2	2	22
X ₁₀	2	3	2	2	2	2	2	2	2	0	1	1	2	2	2	2	2	31
X ₁₁	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	32
X ₁₂	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2	2	2	2	29
X ₁₃	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	0	2	1	1	2	24
X ₁₄	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	31
X ₁₅	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	0	2	2	30
X ₁₆	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	0	2	29
X ₁₇	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	0	2	2	2	2	2	0	25
Row sum	31	32	28	27	33	34	33	28	24	25	16	22	26	24	26	24	23	36

Table S3. Normalized matrix N.

Barrier	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
X ₁	0.056	0.056	0.083	0.056	0.056	0.083	0.028	0.056	0.056	0.028	0.028	0.028	0.028	0.083	0.056	0.056
X ₂	0.000	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.056	0.056	0.056	0.056	0.028	0.056	0.028	0.028	0.028	0.028
X ₃	0.056	0.000	0.056	0.083	0.083	0.056	0.056	0.028	0.028	0.056	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
X ₄	0.083	0.083	0.000	0.056	0.083	0.056	0.083	0.028	0.083	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
X ₅	0.056	0.056	0.056	0.000	0.083	0.056	0.056	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.000	0.028	0.028	0.000
X ₆	0.056	0.056	0.028	0.056	0.000	0.056	0.028	0.028	0.028	0.000	0.028	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
X ₇	0.056	0.056	0.028	0.056	0.056	0.000	0.056	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.000	0.028	0.028	0.000
X ₈	0.028	0.028	0.028	0.056	0.056	0.056	0.000	0.028	0.028	0.000	0.028	0.028	0.028	0.028	0.000	0.000
X ₉	0.028	0.028	0.028	0.028	0.056	0.028	0.028	0.000	0.028	0.028	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
X ₁₀	0.083	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.000	0.028	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
X ₁₁	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.000	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
X ₁₂	0.056	0.028	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.028	0.000	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056
X ₁₃	0.056	0.028	0.028	0.056	0.056	0.056	0.028	0.028	0.056	0.028	0.028	0.000	0.056	0.028	0.028	0.056
X ₁₄	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.028	0.056	0.056	0.028	0.028	0.056	0.056	0.056
X ₁₅	0.056	0.056	0.056	0.056	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.028	0.056	0.056	0.056	0.000	0.056	0.056
X ₁₆	0.056	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.028	0.056	0.056	0.028	0.056	0.056	0.056	0.056	0.000	0.056
X ₁₇	0.056	0.028	0.028	0.056	0.028	0.056	0.056	0.028	0.028	0.000	0.056	0.056	0.056	0.056	0.056	0.000

Table S4. Comprehensive influence matrix T.

Barrier	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	Sum of row
X ₁	0.161	0.220	0.204	0.221	0.225	0.232	0.251	0.175	0.176	0.183	0.112	0.140	0.161	0.144	0.210	0.175	0.167	3.158
X ₂	0.219	0.173	0.236	0.226	0.258	0.267	0.257	0.205	0.178	0.187	0.141	0.142	0.190	0.146	0.162	0.151	0.142	3.280
X ₃	0.215	0.221	0.152	0.197	0.253	0.259	0.228	0.200	0.151	0.158	0.138	0.141	0.186	0.169	0.184	0.173	0.165	3.189
X ₄	0.267	0.274	0.255	0.169	0.258	0.290	0.258	0.249	0.173	0.230	0.127	0.184	0.209	0.190	0.207	0.194	0.186	3.721
X ₅	0.168	0.172	0.162	0.155	0.125	0.209	0.178	0.157	0.114	0.121	0.087	0.105	0.121	0.081	0.119	0.111	0.080	2.267
X ₆	0.106	0.135	0.129	0.098	0.140	0.092	0.139	0.100	0.086	0.090	0.044	0.079	0.092	0.055	0.064	0.059	0.054	1.564
X ₇	0.158	0.161	0.152	0.122	0.167	0.173	0.115	0.148	0.108	0.112	0.083	0.098	0.114	0.075	0.112	0.104	0.073	2.075
X ₈	0.141	0.119	0.111	0.106	0.148	0.153	0.149	0.080	0.094	0.098	0.048	0.087	0.098	0.088	0.098	0.066	0.061	1.743
X ₉	0.144	0.149	0.135	0.131	0.153	0.182	0.153	0.133	0.091	0.122	0.089	0.111	0.150	0.141	0.149	0.142	0.138	2.313
X ₁₀	0.217	0.248	0.207	0.200	0.230	0.237	0.230	0.202	0.179	0.133	0.115	0.142	0.189	0.173	0.187	0.176	0.169	3.232
X ₁₁	0.223	0.228	0.210	0.203	0.235	0.242	0.235	0.207	0.184	0.190	0.090	0.172	0.194	0.178	0.193	0.181	0.174	3.339
X ₁₂	0.204	0.209	0.168	0.162	0.215	0.221	0.216	0.190	0.170	0.175	0.107	0.106	0.178	0.164	0.177	0.167	0.160	2.990
X ₁₃	0.180	0.185	0.147	0.141	0.190	0.195	0.191	0.143	0.125	0.155	0.095	0.116	0.105	0.145	0.131	0.123	0.142	2.510
X ₁₄	0.218	0.223	0.207	0.199	0.230	0.237	0.230	0.203	0.180	0.160	0.141	0.170	0.164	0.147	0.189	0.178	0.170	3.247
X ₁₅	0.214	0.219	0.202	0.195	0.225	0.207	0.226	0.199	0.177	0.183	0.113	0.165	0.186	0.172	0.133	0.175	0.168	3.157
X ₁₆	0.207	0.213	0.172	0.190	0.218	0.225	0.219	0.168	0.172	0.178	0.109	0.161	0.181	0.167	0.180	0.118	0.163	3.042
X ₁₇	0.186	0.189	0.150	0.145	0.196	0.175	0.196	0.173	0.130	0.134	0.072	0.146	0.162	0.150	0.162	0.152	0.093	2.610
Sum of column	3.228	3.340	2.999	2.861	3.466	3.594	3.472	2.929	2.489	2.608	1.712	2.265	2.679	2.387	2.658	2.444	2.305	-

Table S5. Global influence matrix H.

Barrier	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇
X ₁	1.161	0.220	0.204	0.221	0.225	0.232	0.251	0.175	0.176	0.183	0.112	0.140	0.161	0.144	0.210	0.175	0.167
X ₂	0.219	1.173	0.236	0.226	0.258	0.267	0.257	0.205	0.178	0.187	0.141	0.142	0.190	0.146	0.162	0.151	0.142
X ₃	0.215	0.221	1.152	0.197	0.253	0.259	0.228	0.200	0.151	0.158	0.138	0.141	0.186	0.169	0.184	0.173	0.165
X ₄	0.267	0.274	0.255	1.169	0.258	0.290	0.258	0.249	0.173	0.230	0.127	0.184	0.209	0.190	0.207	0.194	0.186
X ₅	0.168	0.172	0.162	0.155	1.125	0.209	0.178	0.157	0.114	0.121	0.087	0.105	0.121	0.081	0.119	0.111	0.080
X ₆	0.106	0.135	0.129	0.098	0.140	1.092	0.139	0.100	0.086	0.090	0.044	0.079	0.092	0.055	0.064	0.059	0.054
X ₇	0.158	0.161	0.152	0.122	0.167	0.173	1.115	0.148	0.108	0.112	0.083	0.098	0.114	0.075	0.112	0.104	0.073
X ₈	0.141	0.119	0.111	0.106	0.148	0.153	0.149	1.080	0.094	0.098	0.048	0.087	0.098	0.088	0.098	0.066	0.061
X ₉	0.144	0.149	0.135	0.131	0.153	0.182	0.153	0.133	1.091	0.122	0.089	0.111	0.150	0.141	0.149	0.142	0.138
X ₁₀	0.217	0.248	0.207	0.200	0.230	0.237	0.230	0.202	0.179	1.133	0.115	0.142	0.189	0.173	0.187	0.176	0.169
X ₁₁	0.223	0.228	0.210	0.203	0.235	0.242	0.235	0.207	0.184	0.190	1.090	0.172	0.194	0.178	0.193	0.181	0.174
X ₁₂	0.204	0.209	0.168	0.162	0.215	0.221	0.216	0.190	0.170	0.175	0.107	1.106	0.178	0.164	0.177	0.167	0.160
X ₁₃	0.180	0.185	0.147	0.141	0.190	0.195	0.191	0.143	0.125	0.155	0.095	0.116	1.105	0.145	0.131	0.123	0.142
X ₁₄	0.218	0.223	0.207	0.199	0.230	0.237	0.230	0.203	0.180	0.160	0.141	0.170	0.164	1.147	0.189	0.178	0.170
X ₁₅	0.214	0.219	0.202	0.195	0.225	0.207	0.226	0.199	0.177	0.183	0.113	0.165	0.186	0.172	1.133	0.175	0.168
X ₁₆	0.207	0.213	0.172	0.190	0.218	0.225	0.219	0.168	0.172	0.178	0.109	0.161	0.181	0.167	0.180	1.118	0.163
X ₁₇	0.186	0.189	0.150	0.145	0.196	0.175	0.196	0.173	0.130	0.134	0.072	0.146	0.162	0.150	0.162	0.152	1.093

Table S6. Reachability matrix R.

Barrier	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	Sum of row
X ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	14
X ₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	13
X ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	15
X ₄	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
X ₅	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
X ₆	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
X ₇	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
X ₈	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X ₉	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5
X ₁₀	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	15
X ₁₁	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
X ₁₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
X ₁₃	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	7
X ₁₄	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
X ₁₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
X ₁₆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
X ₁₇	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	10
Sum of column	14	14	12	11	15	17	15	13	11	11	1	6	13	8	11	11	10	-

Table A7. Hierarchy of barriers that hinder the adoption of DT in the AECO industry.

Barrier	Reachable set	Antecedent set	Common set	Level
X ₁	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 15, 16, 17	Level 2
X ₂	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 15, 16	Level 2
X ₃	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 15, 16	Level 2
X ₄	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 14, 15, 16	1, 2, 3, 4, 5, 10, 12, 14, 15, 16	Level 3
X ₅	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 7	Level 2
X ₆	6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	6	Level 1
X ₇	1, 2, 3, 5, 6, 7	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 5, 7	Level 2
X ₈	6, 8	1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17	8	Level 2
X ₉	5, 6, 7, 9, 13	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16	9	Level 4
X ₁₀	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	1, 2, 3, 4, 10, 13, 14, 15, 16	Level 3
X ₁₁	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	11	11	Level 6
X ₁₂	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17	4, 11, 12, 14, 15, 16	4, 12, 14, 15, 16	Level 5
X ₁₃	1, 2, 5, 6, 7, 10, 13	1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 10, 13	Level 3
X ₁₄	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17	3, 4, 10, 11, 12, 14, 15, 16	3, 4, 10, 12, 14, 15, 16	Level 5
X ₁₅	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 10, 12, 14, 15, 16, 17	Level 4
X ₁₆	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17	1, 2, 3, 4, 10, 12, 14, 15, 16, 17	Level 4
X ₁₇	1, 2, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16, 17	1, 3, 4, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17	1, 15, 16, 17	Level 4