Contents

Chapter 1 The Gathering Storm 1
1.1 The Gathering Storm 2
1.2 Into the Eye of the Storm 4
1.3 The Yuasa Phenomenon 7
1.4 Transformative Research and the Nature of Creativity 9
1.5 Science and Society 17
1.6 Summary 19
References 19

Chapter 2 Creative Thinking 21
2.1 Beyond Serendipity 21
2.2 The Study of Creative Work 22
2.3 Divergent Thinking 25
2.4 Blind Variation and Selective Retention 27
2.5 Binding Free-Floating Elements of Knowledge 30
2.6 Janusian Thinking 32
2.7 TRIZ 37
2.8 Summary 39
References 40

Chapter 3 Cognitive Biases and Pitfalls 43
3.1 Finding Needles in a Haystack 43
3.1.1 Compounds in Chemical Space 44
3.1.2 Change Blindness 46
3.1.3 Missing the Obvious 47
3.2 Mental Models and Biases 49
3.2.1 Connecting the Right Dots 54
3.2.2 Rejecting Nobel Prize Worthy Works 57
3.3 Challenges to be Creative 60

3.3.1 Reasoning by Analogy · · · · · 60
3.3.2 Competing Hypotheses · · · · · 61
3.4 Boundary Objects · · · · · 62
3.5 Early Warning Signs · · · · · 63
3.6 Summary · · · · · 65
References · · · · · 66

Chapter 4 Recognizing the Potential of Research · · · · · 69
4.1 Hindsight · · · · · 69
4.1.1 Hibernating Bears · · · · · 69
4.1.2 Risks and Payoffs · · · · · 71
4.1.3 Project Hindsight · · · · · 73
4.1.4 TRACES · · · · · 75
4.2 Foresight · · · · · 77
4.2.1 Looking Ahead · · · · · 77
4.2.2 Identifying Priorities · · · · · 79
4.2.3 The Delphi Method · · · · · 82
4.2.4 Hindsight on Foresight · · · · · 83
4.3 Summary · · · · · 84
References · · · · · 85

Chapter 5 Foraging · · · · · 87
5.1 An Information-Theoretic View of Visual Analytics · · · · · 88
5.1.1 Information Foraging and Sensemaking · · · · · 89
5.1.2 Evidence and Beliefs · · · · · 91
5.1.3 Saliency and Novelty · · · · · 93
5.1.4 Structural Holes and Brokerage · · · · · 94
5.1.5 Macroscopic Views of Information Contents · · · · · 95
5.2 Turning Points · · · · · 98
5.2.1 The Index of the Interesting · · · · · 99
5.2.2 Proteus Phenomenon · · · · · 100
5.2.3 The Concept of Scientific Change · · · · · 101
5.2.4 Specialties and Scientific Change · · · · · 103
5.2.5 Knowledge Diffusion · · · · · 104
5.2.6 Predictors of Future Citations · · · · · 107
5.3 Generic Mechanisms for Scientific Discovery · · · · · 112
5.3.1 Scientific Discovery as Problem Solving · · · · · 112
5.3.2 Literature-Based Discovery · · · · · 113
5.3.3 Spanning Diverse Perspectives · · · · · 114
5.3.4 Bridging Intellectual Structural Holes · · · · · 116

5.4 An Explanatory and Computational Theory of Discovery · · · · 116
5.4.1 Basic Elements of the Theory · · · · · · · · · · · · · · · · · · · 117
5.4.2 Structural and Temporal Properties · · · · · · · · · · · · · · 119
5.4.3 Integration · 121
5.4.4 Case Studies · 122
5.5 Summary · 131
References · 132

Chapter 6 Knowledge Domain Analysis · · · · · · · · · · · · · · · · · 139
6.1 Progressive Knowledge Domain Visualization · · · · · · · · · · · · 139
6.1.1 Scientific Revolutions · 140
6.1.2 Tasks · 141
6.1.3 CiteSpace · 144
6.2 A Multiple-Perspective Co-Citation Analysis · · · · · · · · · · · · 152
6.2.1 Extending the Traditional Procedure · · · · · · · · · · · · · · 152
6.2.2 Metrics · 155
6.2.3 Clustering · 156
6.2.4 Automatic Cluster Labeling · 157
6.2.5 Visual Design · 158
6.3 A Domain Analysis of Information Science · · · · · · · · · · · · · 159
6.3.1 A Comparative ACA (2001—2005) · · · · · · · · · · · · · · · 160
6.3.2 A Progressive ACA (1996—2008) · · · · · · · · · · · · · · · · 162
6.3.3 A Progressive DCA (1996—2008) · · · · · · · · · · · · · · · · 164
6.4 Summary · 171
References · 173

Chapter 7 Messages in Text · 177
7.1 Differentiating Conflicting Opinions · · · · · · · · · · · · · · · · · 177
7.1.1 The Da Vinci Code · 179
7.1.2 Terminology Variation · 180
7.1.3 Reviews of The Da Vinci Code · · · · · · · · · · · · · · · · · · 182
7.1.4 Major Themes · 184
7.1.5 Predictive Text Analysis · 185
7.2 Analyzing Unstructured Text · 192
7.2.1 Text Analysis · 192
7.2.2 Searching for Missing Links · 195
7.2.3 Concept Trees and Predicate Trees · · · · · · · · · · · · · · · 196
7.3 Detecting Abrupt Changes · 209
7.3.1 A Burst of Citations · 210
7.3.2 Survival Analysis of Bursts · 212

7.3.3 Differentiating Awarded and Declined Proposals 215
7.4 Summary 217
References 218

Chapter 8 Transformative Potential 221
8.1 Transformative Research 221
8.2 Detecting the Transformative Potential 224
8.2.1 Connections between References and Citations 225
8.2.2 Measuring Novelty by Structural Variation 227
8.2.3 Statistical Validation 231
8.2.4 Case Study: Pulsars 239
8.3 Portfolio Evaluation 246
8.3.1 Identifying the Core Information of a Proposal 247
8.3.2 Information Extraction 249
8.3.3 Detecting Hot Topics 250
8.3.4 Identifying Potentially Transformative Proposals 250
8.4 Summary 253
References 253

Chapter 9 The Way Ahead 255
9.1 The Gathering Storm 255
9.2 Creative Thinking 256
9.3 Biases and Pitfalls 257
9.4 Foraging 259
9.5 Knowledge Domain Analysis 259
9.6 Text Analysis 260
9.7 Transformative Potential 261
9.8 Recommendations 262

Index 265