စာရေးသူ၏အမှာစကား

ဤစာအုပ်ကို လေ့လာဖတ်ရှုနေသူများအားလုံး မင်္ဂလာပါလို့ နှုတ်ခွန်းဆက်သလိုက်ပါတယ်။ စာဖတ်သူများအားလုံး သိရှိထားတဲ့အတိုင်းပဲ ယနေ့ခေတ်အချိန်အခါမှာ computing စနစ်တွေဟာ ယခင်အချိန်တွေထက်စာရင် လျင်မြန်စွာ တိုးတက်ပြောင်းလဲနေပါတယ်။ အထူးသဖြင့် (၂၁)ရာစုမှာ Artificial Intelligence (AI) လို့ခေါ်တဲ့ အသိဉာဏ်အတု(လူလုပ်အသိဉာဏ်) လုပ်ဆောင်ချက်တွေပါတဲ့ computing စနစ်တွေကို တည်ဆောက်နိုင်ဖို့ နည်းလမ်းအမျိုးမျိုးနဲ့ ကြိုးစားလာကြပါတယ်။ ယခုစာအုပ်မှာ AI စနစ်တွေ တည်ဆောက်ရာမှာ အသုံးအများဆုံးဖြစ်တဲ့ Artificial Neural Network (ANN) ပညာရပ်နဲ့ ပတ်သက်တဲ့ အခြေခံသီအိုရီအကြောင်းကို ရေးသားဖော်ပြထားပါတယ်။ စာအုပ်ရေးသားထုတ်ဝေတဲ့ အဓိကရည်ရွယ်ချက်ကတော့ ANN ပညာရပ်ကို လေ့လာနေတဲ့ ကျောင်းသား/ကျောင်းသူတွေ အနေနဲ့ ANN ပညာရပ်ဖြစ်ပေါ်လာပုံ၊ အမျိုးမျိုးသော ANN တွေရဲ့ အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံ၊ နယ်ပယ်အသီးသီးမှာ အသုံးပြုပုံတွေကို အလွယ်တကူ မြန်မာလို လေ့လာဖတ်ရှုနိုင်ပြီး အခြေခံကျကျ သိရှိနားလည်စေဖို့ ဖြစ်ပါတယ်။ ထို့အတူပဲ မဟာဘွဲ့၊ ပါရဂူဘွဲ့ ယူကျမ်းပြုစုသူတွေနဲ့ ANN ပညာရပ်ကို လေ့လာလိုတဲ့ သူတွေအတွက်လည်း အလွယ်တကူ လေ့လာဖတ်ရှုနိုင်ဖို့ ရည်ရွယ်ပါတယ်။ Computing ပညာရပ်ဆိုင်ရာ သီအိုရီတွေကို မြန်မာလိုရှင်းလင်း ရေးသားထားတဲ့ စာအုပ်၊ စာပေ နည်းပါးသေးတာကြောင့် ANN ပညာရပ်အကြောင်းကို မြန်မာလို စတင်ရေးသား ဖြစ်ခဲ့ပါတယ်။ အစပိုင်းမှာတော့ ဖေ့ဘုတ်စာမျက်နှာမှာ ပေါ့ပေါ့ပါးပါး ရေးသားခဲ့ပေမယ့်လည်း နောက်ပိုင်းမှာတော့ စာအုပ်တစ်အုပ်အနေနဲ့ ဖြစ်ပေါ်လာဖို့ လိုအပ်တာတွေ ပြန်လည်ပြင်ဆင်ပြီး ရေးသားထုတ်ဝေလိုက်တာ ဖြစ်ပါတယ်။ Computing သီအိုရီ သဘောတရား ဖြစ်တဲ့အတွက် သင်္ချာဆိုင်ရာ တွက်ချက်နည်း အနည်းငယ် မဖြစ်မနေပါဝင်မှာ ဖြစ်ပါတယ်။ ANN တွေရဲ့ အလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံကို သင်္ချာနည်းလမ်းတွေနဲ့ ဖော်ပြရာမှာ မဖြစ်မနေသိရှိသင့်တဲ့ အခြေခံ တွက်ချက်နည်းတွေကိုသာလျှင် ရေးသားထားပါတယ်။ ထိုတွက်ချက်နည်းတွေကို ဖော်ပြရာမှာလည်း အလွယ်တကူ နားလည်စေဖို့အတွက် အဆင့်လိုက် အသေးစိတ် တွက်ချက် ဖော်ပြထားပါတယ်။ ဒါကြောင့် စာဖတ်သူတွေအနေနဲ့ အလွယ်တကူ ရှင်းလင်းနားလည်မယ်လို့ ယူဆမိပါတယ်။

ယနေ့အချိန်အခါမှာ computing ပညာရပ် အပါအဝင် ပညာရပ်များစွာကို အင်တာနက်မှာ အမျိုးမျိုးသော ဝက်ဆိုဒ်တွေမှတဆင့် အလွယ်တကူ လေ့လာသင်ကြားနိုင်ပါတယ်။ သို့ပေမယ့်လည်း သက်ဆိုင်ရာ ပညာရပ်တွေရဲ့ အခြေခံသီအိုရီသဘောတရားတွေကို မြန်မာလို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း သိရှိနားလည်ပြီးမှသာ အွန်လိုင်းဝက်ဆိုဒ်တွေမှ လေ့လာသင်ယူခြင်းက ပိုမိုပြီး အခြေခံကျတဲ့ နားလည်မှုကို ဖြစ်ပေါ်စေမယ်လို့ ယူဆမိပါတယ်။ ဒါကြောင့် ANN ပညာရပ်နဲ့ပတ်သက်တဲ့ နည်းပညာရပ်တွေကို လေ့လာလိုသူတွေအနေနဲ့ ယခုစာအုပ်ပါ အခြေခံသီအိုရီတွေကို သိရှိနားလည်ထားသင့်ပါတယ်။ သို့မှသာ အခြားသော ANN ပညာရပ်ဆိုင်ရာ အဆင့်မြင့်

Contents

1. A brief history of the development of Artificial Neural Networks 12

2. Analogy to the Human Brain 19

2.1. Biological Neuron 21

2.2. Artificial Neuron 22

3. The working principle of an Artificial Neuron 23

3.1. Step (1) - Sum 24

3.2. Step (2) – Activation Function 24

3.3. The working example of an Artificial Neuron 27

4. Activation Function 28

4.1. Hard-Limit Function 29

4.2. Linear Function 30

4.3. Sigmoid (Logistic) Function 31

4.4. Hyperbolic Tangent Function 32

4.5. Rectified Linear Unit Function (ReLU) 33

4.6. Softmax Function 34

5. Artificial Neural Networks 36

5.1. Classification of Artificial Neural Networks 36

6. Single Layer Neural Network (Perceptron) 39

6.1. The working principle of Perceptron 39

6.2. The working example of Perceptron 42

7. Multi-Layer Neural Network 44

7.1. The working principle of Multi-Layer Neural Network 45

7.2. The working example of Multi-Layer Neural Network 47

8. Radial Basis Function Neural Network (RBF neural network) 49

8.1. Radial Basis Function (RBF)....................50
8.2. The working principle of RBF Neural Network....................52
8.2.1. Hidden layer operation....................54
8.2.2. Output layer operation....................56
8.3. The working example of RBF Neural Network....................57
9. Deep Artificial Neural Network (Deep ANN)....................60
9.1. Hierarchical Feature Extraction....................61
9.2. Example of Hierarchical Feature Extraction....................62
10. Simple Deep Artificial Neural Network (Simple Deep ANN)....................64
10.1. Implementation of Handwritten digit recognition using Simple Deep Neural Network and Multi-Layer Neural Network....................65
10.1.1. MNIST dataset....................65
10.1.2. The architecture of Simple Deep Neural Network and Multi-Layer Neural Network....................66
10.1.3. The parameters estimation....................67
10.1.4. The simulation results....................69
11. Convolutional Neural Networks (CNN)....................72
11.1. The properties of Convolutional Neural Network....................73
11.1.1. Local Receptive Fields....................73
11.1.2. Weight Sharing....................76
11.1.3. Subsampling (Pooling)....................77
12. The working principles of CNN....................78
12.1. Convolutional Layer (C Layer)....................78
12.1.1. Convolution....................78
12.1.2. Stride....................81

12.1.3. Padding....................82
12.2. Non-Linear Activation (ReLU)....................86
12.3. Subsampling Layer (Pooling Layer)....................87
12.4. Fully Connected Layer....................89
12.5. Understanding and Calculating the number of parameters of CNN....................91
12.5.1. Feature maps of C1 layer....................93
12.5.2. Feature maps of S1 layer....................94
12.5.3. Feature maps of C2 layer....................94
12.5.4. Feature maps of S2 layer....................95
12.5.5. Feature maps of C3 layer....................95
12.5.6. Type of parameters in CNN....................97
13. The working example of CNN....................99
13.1. CIFAR-10 Dataset....................99
13.2. The architecture of CNN....................100
13.3. The parameters of CNN....................101
13.4. Calculating the number of the feature maps of CNN....................102
13.5. Calculating the number of the parameters of CNN....................104
13.6. The Simulation Results....................104
14. Training process in Artificial Neural Networks....................106
15. Learning Methods....................108
15.1. Supervised Learning....................108
15.2. Unsupervised Learning....................111
15.3. Reinforcement Learning....................112
16. Learning Algorithms....................115
17. Hebbian Learning Rule....................116

17.1. The working principle of Hebbian Rule 117
18. Perceptron Learning Algorithm 119
18.1. Perceptron Learning Rule........ 119
18.2. The working principle of Perceptron learning algorithm........ 120
  18.2.1. Step (1)........ 121
  18.2.2. Step (2)........ 121
  18.2.3. Step (3)........ 121
  18.2.4. Step (4)........ 122
  18.2.5. Step (5)........ 122
19. The working example of using Perceptron Learning Algorithm 123
19.1. Training Dataset 123
19.2. Parameters (W, b) Initialization........ 124
19.3. First Dataset........ 124
  19.3.1. Feedforward calculation 124
  19.3.2. Error calculation 125
  19.3.3. Updating network parameters........ 125
19.4. Second Dataset........ 125
  19.4.1. Feedforward calculation 125
  19.4.2. Error calculation 126
  19.4.3. Updating network parameters........ 126
19.5. Third Dataset 127
  19.5.1. Feedforward calculation 127
  19.5.2. Error calculation 127
  19.5.3. Updating network parameters........ 127
19.6. Fourth Dataset........ 127

19.7. Second Epoch Calculation 128
20. Limitations of using Perceptron learning algorithm........ 129
21. Delta Learning Rule........ 130
21.1. Mathematical model of Delta Rule........ 131
22. The working principle of Delta Learning Rule 134
23. The working example of Delta Learning Rule........ 136
23.1. Step (1) 137
23.2. Step (2) 137
23.3. Step (3) 138
23.4. Step (4) 138
23.5. Step (5) 138
23.6. Step (6) 139
24. Back Propagation Algorithm (BP Algorithm)........ 141
24.1. Forward Pass........ 141
  24.1.1. Score function........ 141
24.2. Backward Pass........ 142
  24.2.1. Loss function 142
  24.2.2. Cost function 143
  24.2.3. Gradient descent........ 143
  24.2.4. Chain rule........ 145
25. Example of Training Neural Network using Back Propagation Algorithm 152
25.1. Parameters initialization of Neural Network........ 153
25.2. Forward Pass Calculation 154
  25.2.1. Score function........ 155
25.3. Backward Pass Calculation 156

25.3.1. Loss function calculation 156
25.3.2. Cost function calculation 156
25.3.3. Chain rule 157
25.3.4. Updating weight matrix values ($W2$) of output layer 158
25.3.5. Updating weight matrix values ($W1$) of input layer 162
26. Disadvantages of the Back Propagation Algorithm 171
26.1. Network Paralysis 171
26.2. Local Minima 171
26.3. Step Size 172
26.4. Temporary Instability 173
27. Unsupervised Learning Algorithms 174
28. Self-Organizing Map (SOM) 174
28.1. The working principle of SOM 176
28.1.1. Distance calculation 176
28.1.2. SOM algorithms 178
28.2. The working example of SOM 182
28.2.1. Distance calculation 183
28.2.2. First input dataset 183
28.2.3. Second input dataset 185
28.2.4. Third input dataset 187
28.2.5. Fourth input dataset 187
28.2.6. Second epoch 187
28.2.7. Third epoch 188
28.2.8. Fourth epoch 188
29. Software Products for Artificial Neural Network Simulation 190

30. A brief introduction to Matrix Laboratory (MatLab) Software 191
30.1. Understanding the MatLab Environment 192
30.1.1. Command Window, Workspace 193
30.2. MatLab Data Types: Scalars, Vectors and Matrices 194
30.2.1. Access to matrix elements 196
30.3. Basic Matrix Operations 198
30.4. Creating a Special Form Matrices 198
30.5. Math Functions 200
30.6. Graphical Presentation Tools 201
30.7. M-Files 203
30.7.1. Script M-file 205
30.7.2. Function M-file 206
30.8. Simulink 207
30.8.1. Mathematical model of heat exchanger system 208
30.8.2. Simulation of heat exchanger system 211
31. Neural Network in MatLab 217
32. Perceptron ANN in MatLab 217
32.1. Creating Perceptron 218
32.2. Training ANN 222
32.2.1. Batch Training (train) 222
32.2.2. Incremental Training (adapt) 223
32.3. Simulation ANN 224
32.4. Implementation of AND function Perceptron network 224
33. Burmese numbers recognition using Perceptron 225
33.1. Creating Burmese numbers dataset 226

33.2. Burmese numbers dataset preprocessing........ 227

33.3. Burmese numbers classification using Perceptron........ 228

34. Feedforward ANN in MatLab........ 231

35. Implementation of Feedforward ANN for function approximation........ 232

35.1. Function with one variable (Problem 1)........ 232

35.2. Function with two variables (Problem 2)........ 234

35.3. Function with multi-variables (Problem 3)........ 236

35.4. Function approximation of transfer function........ 238

36. Overfitting and Underfitting........ 241

37. Radial Basis Function in MatLab........ 245

37.1. ***newrbe*** Function........ 245

37.2. ***newrb*** Function........ 246

37.3. Implementation of function approximation using ***newrbe*** and ***newrb*** function........ 246

38. Artificial Neural Networks in Control Systems........ 250

38.1. An introduction to Control System........ 250

38.1.1. System response analysis........ 251

38.1.2. Classification of Control System........ 253

38.1.3. Controller (Regulator)........ 255

38.1.4. Mathematical models........ 260

38.2. The use of Artificial Neural Networks in Control Systems........ 263

38.3. Research of temperature controller for diffusion process based on ANN........ 265

39. Neural Controllers in MatLab........ 268

39.1. Neural Network Predictive Controller........ 269

39.2. Neural Network Controller based on Non-linear Autoregressive Moving Average (NARMA-L2)........ 271

39.3. Model Reference Neural Controller........ 273

40. Identification of Dynamic Elements........ 274

40.1. Identification of dynamic object using Feedforward ANN........ 275

40.2. Identification of controller using feedforward ANN........ 277

41. The use of NNtool interface in MatLab........ 279

41.1. Example of using NNtool for feedforward ANN implementation........ 283

41.2. Implementation of function approximation ANN using NNtool........ 287

42. Deep ANN in MatLab........ 293

42.1. Creating datastore object for image dataset........ 293

42.2. Defining Architecture of CNN........ 295

42.3. Specify Training Options........ 299

42.4. Training CNN........ 300

42.5. Implementation of Handwritten digit recognition using CNN in MatLab........ 301

42.5.1. Step (1)........ 301

42.5.2. Step (2)........ 302

42.5.3. Step (3)........ 303

42.5.4. Step (4)........ 304

43. Deep Learning Libraries........ 306

44. Anaconda........ 307

44.1. Anaconda installation........ 307

44.2. Spyder........ 310

44.3. Jupyter notebook........ 311

45. Python Programming........ 317

45.1. The Basic 318
  45.1.1. Comment 319
  45.1.2. Variable 319
  45.1.3. Identifier and Keywords 320
  45.1.4. Data Types 321
  45.1.5. Indentation 325
45.2. Operators 325
  45.2.1. Arithmetic Operators 326
  45.2.2. Comparison (Relational) Operators 327
  45.2.3. Assignment Operators 328
  45.2.4. Logical Operators 329
  45.2.5. Bitwise Operators 329
  45.2.6. Operator Precedence 330
45.3. Control Flow 331
  45.3.1. *If* statement 331
  45.3.2. ***while*** statement 334
  45.3.3. ***for*** statement 335
  45.3.4. ***break*** statement 336
  45.3.5. ***continue*** statement 337
45.4. Functions 338
  45.4.1. Function syntax 338
  45.4.2. Function parameters 339
  45.4.3. Default Argument 342
  45.4.4. Keyword argument 342
  45.4.5. *return* statement 343

45.5. Object Oriented Programming (OOP) 344
  45.5.1. Class and Object 344
  45.5.2. Self 345
  45.5.3. _***init***_ method 346
  45.5.4. Class and Object variables 347
  45.5.5. Inheritance 348
46. TensorFlow 351
46.1. TensorFlow installation 352
  46.1.1. TensorFlow on CPU 352
  46.1.2. TensorFlow on GPU 355
  46.1.3. Installation TensorFlow on GPU 361
46.2. Using Google Colaboratory 363
46.3. TensorFlow Basic 366
46.4. Keras Library 369
  46.4.1. Implementation of CNN using Keras 369
  46.4.2. Implementation of Multi-layerd ANN using Keras 373
46.5. TensorBoard 376
47. The Main Applications of Artificial Neural Networks 381
47.1. Industry 383
47.2. High-tech 385
47.3. Defense 386
47.4. Science and Technology 387
47.5. Health Service 388
47.6. Business and Finance 389
48. Conclusion 391