

Subject Name (Gujarati)

4341603 -- Winter 2024

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

હ્યુમન લર્નિંગનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન કરો.

જવાબ

હ્યુમન લર્નિંગ એ પ્રક્રિયા છે જેના દ્વારા માનવ અનુભવ, પ્રેક્ટિસ અને શિક્ષણ દ્વારા જ્ઞાન, કૌશલ્ય અને વર્તણૂક પ્રાપ્ત કરે છે.

Table 1: હ્યુમન લર્નિંગ પ્રક્રિયા

પાસું	વર્ણન
અવલોકન	પર્યાવરણમાંથી માહિતી એકત્રિત કરવી
અનુભવ	ટ્રાયલ અને એરર દ્વારા શીખવું
અભ્યાસ	કૌશલ્ય સુધારવા માટે પુનરાવર્તન
સ્મૃતિ	માહિતી સંગ્રહ અને પુનઃપ્રાપ્તિ

- લર્નિંગ પ્રકારો: દ્રશ્ય, શ્રાવ્ય, ગતિશીલ લર્નિંગ શૈલીઓ
- ફીડબેક લૂપ: ભૂલો અને સફળતાઓમાંથી શીખવું
- અનુકૂળન: નવી પરિસ્થિતિઓમાં જ્ઞાન લાગુ કરવાની ક્ષમતા

મેમરી ટ્રીક

“AAPS” - અવલોકન, અનુભવ, અભ્યાસ, સ્મૃતિ

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

તફાવત કરો: Supervised લર્નિંગ v/s Unsupervised લર્નિંગ

જવાબ

તુલનાત્મક કોષ્ટક: Supervised vs Unsupervised લર્નિંગ

પેરામીટર	Supervised લર્નિંગ	Unsupervised લર્નિંગ
ટ્રેનિંગ ડેટા	લેબલ થયેલ ડેટા (ઇનપુટ-આઉટપુટ જોડી)	લેબલ વિનાનો ડેટા (માત્ર ઇનપુટ)
ધ્યેય	નવા ઇનપુટ માટે આઉટપુટ આગાહી કરવી	છુપાયેલ પેટર્ન શોધવું
ઉદાહરણ	Classification, Regression	Clustering, Association
ફીડબેક	સીધો ફીડબેક ઉપલબ્ધ	કોઈ સીધો ફીડબેક નથી

- **Supervised:** શિક્ષક સાચા જવાબો સાથે લર્નિંગ માર્ગદર્શન કરે છે
- **Unsupervised:** માર્ગદર્શન વિના પેટર્નની સ્વ-શોધ

મેમરી ટ્રીક

“SL-લેબલ્સ, UL-અજાણ્યા” પેટર્ન

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

મશીન લર્નિંગ એક્ટિવિટીની સૂચિ બનાવો. દરેકને વિગતવાર સમજાવો.

Table 2: મશીન લર્નિંગ એક્ટિવિટીઓ

એક્ટિવિટી	હેતુ	વર્ણન
ડેટા કલેક્શન	કાચો ડેટા એકત્રિત કરવો	વિવિધ સ્ત્રોતોમાંથી સંબંધિત ડેટા એકત્રિત કરવો
ડેટા પ્રીપ્રોસેસિંગ	ડેટા સાફ અને તૈયાર કરવો	ખોવાયેલી વેલ્યૂઝ સંભાળવી, સામાન્યીકરણ
ફીચર સિલેક્શન	મહત્વપૂર્ણ લક્ષણો પસંદ કરવા	લર્નિંગ માટે સંબંધિત એટ્રિબ્યુટ્સ પસંદ કરવા
મોડેલ ટ્રેનિંગ	લર્નિંગ મોડેલ બનાવવું	તૈયાર ડેટાસેટ પર અલગોરિધમ ટ્રેનિંગ
મોડેલ ઇવેલ્યુએશન	પરફોર્મન્સ મૂલ્યાંકન	મોડેલની ચોકસાઈ અને અસરકારકતા ચકાસવી
મોડેલ ડિપ્લોયમેન્ટ	મોડેલને ઉપયોગમાં લેવું	વાસ્તવિક દુનિયાની એપ્લિકેશનમાં મોડેલ અમલીકરણ

flowchart LR

```

A[ ] --{-}-> B[ ]
B --{-}-> C[ ]
C --{-}-> D[ ]
D --{-}-> E[ ]
E --{-}-> F[ ]
F --{-}-> G[ ]

```

- પુનરાવર્તિત પ્રક્રિયા: મોડેલ સુધારણા માટે એક્ટિવિટીઓ પુનરાવર્તિત થાય છે
- ગુણવત્તા નિયંત્રણ: દરેક પગલું બહેતર મોડેલ પરફોર્મન્સ સુનિશ્ચિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક

“કપફટઇડમ” - કલેક્શન, પ્રીપ્રોસેસિંગ, ફીચર, ટ્રેનિંગ, ઇવેલ્યુએશન, ડિપ્લોયમેન્ટ, મોનિટરિંગ

પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 ગુણ]

નીચેના ડેટા માટે મીન, મીડિયન અને મોડ શોધો: 1, 1, 1, 2, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 7, 8, 9, 10, 11

ડેટા વિશ્લેષણ કોષ્ટક

આંકડાકીય માપ	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
મીન	સરવાળો/ગણતરી	$(1+1+1+2+4+5+5+6+6+7+7+7+7+8+9+10+11)/17$	5.88
મીડિયન	મધ્ય વેલ્યુ	ક્રમબદ્ધ ડેટામાં 7મી પોઝિશન	6
મોડ	સૌથી વધુ આવર્તન	4 વખત દેખાતી વેલ્યુ	7

પગલું-દર-પગલું ગણતરી:

- કુલ ગણતરી: 17 વેલ્યુઝ
- સરવાળો: 100
- મીન: $100/17 = 5.88$
- મીડિયન: મધ્ય પોઝિશન (9મી) = 6
- મોડ: 7 સૌથી વધુ 4 વખત દેખાય છે

મેમરી ટ્રીક

“મમમ” - મીન=સરેરાશ, મીડિયન=મધ્ય, મોડ=સૌથી વધુ આવર્તન

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

મોડેલ ટ્રેનિંગ માટે હોલ્ડ આઉટ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવાના પગલાં લખો.

જવાબ		
હોલ્ડ આઉટ મેથડ પગલાં		
પગલું	ક્રિયા	હેતુ
1	ડેટાસેટ વિભાજન (70-80% ટ્રેનિંગ, 20-30% ટેસ્ટિંગ)	ટ્રેનિંગ અને મૂલ્યાંકન માટે ડેટા અલગ કરવો
2	ટ્રેનિંગ સેટ પર મોડેલ ટ્રેન કરવું	લર્નિંગ અલ્ગોરિધમ બનાવવું
3	ટેસ્ટિંગ સેટ પર મોડેલ ટેસ્ટ કરવું	મોડેલ પરફોર્મન્સ મૂલ્યાંકન કરવું
<ul style="list-style-type: none">રેન્ડમ સ્પ્લિટ: બંને સેટમાં પ્રતિનિધિ વિતરણ સુનિશ્ચિત કરવુંકોઈ ઓવરલેપ નહીં: ટેસ્ટિંગ ડેટા ક્યારેય ટ્રેનિંગમાં ઉપયોગ થતો નથીસિંગલ સ્પ્લિટ: ડેટાનું એક વખતનું વિભાજન		

મેમરી ટ્રીક
“વટટ” - વિભાજન, ટ્રેન, ટેસ્ટ

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

કન્ફ્યુઝન મેટ્રિક્સની રચના સમજાવો.

જવાબ		
કન્ફ્યુઝન મેટ્રિક્સ રચના		
	આગાહી પોઝિટિવ	આગાહી નેગેટિવ
વાસ્તવિક પોઝિટિવ	ટ્રુ પોઝિટિવ (TP)	ફોલ્સ નેગેટિવ (FN)
વાસ્તવિક નેગેટિવ	ફોલ્સ પોઝિટિવ (FP)	ટ્રુ નેગેટિવ (TN)
ઘટકોની સમજૂતી: <ul style="list-style-type: none">TP: સાચી રીતે આગાહી કરેલા પોઝિટિવ કેસTN: સાચી રીતે આગાહી કરેલા નેગેટિવ કેસFP: ખોટી રીતે પોઝિટિવ તરીકે આગાહી (ટાઈપ I એરર)FN: ખોટી રીતે નેગેટિવ તરીકે આગાહી (ટાઈપ II એરર)		
પરફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ: <ul style="list-style-type: none">એક્ક્યુરેસી = $(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)$પ્રિસિઝન = $TP/(TP+FP)$		

મેમરી ટ્રીક
“TPFN-FPTN” મેટ્રિક્સ પોઝિશન માટે

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

ડેટા પ્રી-પ્રોસેસિંગ વ્યાખ્યાયિત કરો. ડેટા પ્રી-પ્રોસેસિંગમાં વપરાતી વિવિધ પદ્ધતિઓ સમજાવો.

જવાબ
ડેટા પ્રી-પ્રોસેસિંગ એ કાચા ડેટાને સાફ, રૂપાંતરિત અને મશીન લર્નિંગ અલ્ગોરિધમ માટે તૈયાર કરવાની તકનીક છે. ડેટા પ્રી-પ્રોસેસિંગ પદ્ધતિઓ કોષ્ટક

પદ્ધતિ	હેતુ	તકનીકો
ડેટા ક્લીનિંગ	નોઈઝ અને અસંગતતા દૂર કરવી	ખોવાયેલી વેલ્યૂઝ સંભાળવી, ડુપ્લિકેટ દૂર કરવા
ડેટા ટ્રાન્સફોર્મેશન	ડેટા ફોર્મેટ કન્વર્ટ કરવું	નોર્મલાઈઝેશન, સ્ટાન્ડર્ડાઈઝેશન
ડેટા રિડક્શન	ડેટાસેટ સાઈઝ ઘટાડવું	ફીચર સિલેક્શન, ડાઈમેન્શનાલિટી રિડક્શન
ડેટા ઈન્ટીગ્રેશન	અનેક સ્ત્રોતો જોડવા	ડેટાસેટ મર્જ કરવા, કોન્ફ્લિક્ટ હલ કરવા

flowchart LR

```

A[ ] --{-{-} B[ ]}
B --{-{-} C[ ]}
C --{-{-} D[ ]}
D --{-{-} E[ ]}

```

- ખોવાયેલી વેલ્યૂઝ: ઈમ્યુટેશન માટે મીન, મીડિયન, અથવા મોડનો ઉપયોગ
- આઉટલાયર્સ: અત્યંત વેલ્યૂઝ શોધવી અને સંભાળવી
- ફીચર સ્કેલિંગ: ડેટાને સમાન સ્કેલ પર નોર્મલાઈઝ કરવું

મેમરી ટ્રીક
``કતરઈ" - કલીન, ટ્રાન્સફોર્મ, રિડ્યુસ, ઈન્ટીગ્રેટ

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે હિસ્ટોગ્રામ સમજાવો.

જવાબ

હિસ્ટોગ્રામ એ અંકશાસ્ત્રીય ડેટાના ફ્રીક્વન્સી ડિસ્ટ્રિબ્યુશનનું ગ્રાફિકલ પ્રતિનિધિત્વ છે જે ડેટાને bins માં વિભાજિત કરે છે.
હિસ્ટોગ્રામ ઘટકો કોષ્ટક

ઘટક	વર્ણન
X-axis	ડેટા રેન્જ (bins)
Y-axis	આવર્તન
બાર્સ	ઊંચાઈ આવર્તન દર્શાવે છે

ઉદાહરણ: વિદ્યાર્થીઓના ગુણ વિતરણ:

- Bins: 0-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100
- ઊંચાઈ દરેક રેન્જમાં વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા દર્શાવે છે

મેમરી ટ્રીક
``બએર" - Bins, Axes, રેન્જ

પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 ગુણ]

નીચેના ઉદાહરણોનો યોગ્ય ડેટા પ્રકાર જણાવો: i) વ્યક્તિનું લિંગ ii) વિદ્યાર્થીઓનો ક્રમ iii) ઘરની કિંમત iv) ફૂલનો રંગ

જવાબ

ડેટા પ્રકાર વર્ગીકરણ કોષ્ટક

ઉદાહરણ	ડેટા પ્રકાર	લક્ષણો
વ્યક્તિનું લિંગ	Nominal Categorical	કોઈ પ્રાકૃતિક ક્રમ નથી (પુરુષ/સ્ત્રી)
વિદ્યાર્થીઓનો ક્રમ	Ordinal Categorical	અર્થપૂર્ણ ક્રમ છે (1લો, 2જો, 3જો)
ઘરની કિંમત	Continuous Numerical	રેન્જમાં કોઈપણ વેલ્યુ લઈ શકે છે
ફૂલનો રંગ	Nominal Categorical	કોઈ પ્રાકૃતિક ક્રમ નથી (લાલ, વાદળી, પીળો)

- કેટેગોરિકલ ડેટા: વિશિષ્ટ શ્રેણીઓનો મર્યાદિત સેટ
- ન્યુમેરિકલ ડેટા: ગાણિતિક ઓપરેશન શક્ય છે
- ઓર્ડિનલ: અર્થપૂર્ણ અનુક્રમ સાથેની શ્રેણીઓ

મેમરી ટ્રીક

“નોમી” - Nominal, Ordinal, કન્ટિન્યુઅસ

પ્રશ્ન 2(ક OR) [7 ગુણ]

K-fold ક્રોસ વેલિડેશનનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

જવાબ

K-fold ક્રોસ વેલિડેશન એ મોડેલ મૂલ્યાંકન તકનીક છે જે મજબૂત પરફોર્મન્સ આકલન માટે ડેટાસેટને K સમાન ભાગોમાં વિભાજિત કરે છે.

K-fold પ્રક્રિયા કોષ્ટક

પગલું	ક્રિયા	હેતુ
1	ડેટાને K સમાન folds માં વિભાજિત કરવો	K સબસેટ્સ બનાવવા
2	K-1 folds નો ટ્રેનિંગ માટે ઉપયોગ	મોડેલ ટ્રેન કરવું
3	1 fold નો ટેસ્ટિંગ માટે ઉપયોગ	પરફોર્મન્સ મૂલ્યાંકન
4	K વખત પુનરાવર્તન	દરેક fold એક વખત ટેસ્ટ સેટ તરીકે સેવા આપે
5	બધા પરિણામોની સરેરાશ	અંતિમ પરફોર્મન્સ મેટ્રિક મેળવવું

flowchart LR

```

A[ ] --{-}-> B[K folds ]
B --{-}-> C[ 1: folds 2{-}K , fold 1 ]
C --{-}-> D[ 2: folds 1,3{-}K , fold 2 ]
D --{-}-> E[... K ]
E --{-}-> F[ K ]

```

ફાયદા:

- મજબૂત મૂલ્યાંકન: દરેક ડેટા પોઇન્ટ ટ્રેનિંગ અને ટેસ્ટિંગ બંને માટે ઉપયોગ થાય છે
- ઓવરફિટિંગ ઘટાડવું: બહુવિધ વેલિડેશન રાઉન્ડ
- બહેતર જનરલાઇઝેશન: વધુ વિશ્વસનીય પરફોર્મન્સ અંદાજ

સામાન્ય વેલ્યુઝ: સામાન્ય રીતે K=5 અથવા K=10 વપરાય છે

મેમરી ટ્રીક

“વઉપસટ” - વિભાજન, ઉપયોગ, પુનરાવર્તન, સરેરાશ, ટેસ્ટ

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

રીગ્રેશનની એપ્લિકેશનની યાદી બનાવો.

જવાબ

રીગ્રેશન એપ્લિકેશન કોષ્ટક

ડોમેન	એપ્લિકેશન	હેતુ
નાણાં	શેર કિંમત આગાહી	બજાર ટ્રેન્ડ્સ આગાહી કરવી
હેલ્થકેર	દવાની માત્રા ગણતરી	શ્રેષ્ઠ સારવાર નક્કી કરવી
માર્કેટિંગ	વેચાણ આગાહી	આવક આગાહી કરવી
રિયલ એસ્ટેટ	પ્રોપર્ટી વેલ્યુએશન	ઘરની કિંમત અંદાજ કરવો

- પ્રિડિક્ટિવ મોડલિંગ: કન્ટિન્યુઅસ વેલ્યૂઝ આગાહી કરવી
- ટ્રેન્ડ એનાલિસિસ: વેરિએબલ્સ વચ્ચેના સંબંધોને સમજવા
- રિસ્ક એસેસમેન્ટ: ભાવિ પરિણામોનું મૂલ્યાંકન

મેમરી ટ્રીક

“નહમર” - નાણાં, હેલ્થકેર, માર્કેટિંગ, રિયલ એસ્ટેટ

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

સિંગલ લિનિયર રીગ્રેશન પર ટૂંકી નોંધ લખો.

જવાબ

સિંગલ લિનિયર રીગ્રેશન એક સ્વતંત્ર વેરિએબલ (X) અને એક આશ્રિત વેરિએબલ (Y) વચ્ચેના સંબંધને સીધી રેખાનો ઉપયોગ કરીને મોડેલ કરે છે.

લિનિયર રીગ્રેશન ઘટકો

ઘટક	સૂત્ર	વર્ણન
સમીકરણ	$Y = a + bX$	રેખીય સંબંધ
સ્લોપ (b)	Y માં ફેરફાર / X માં ફેરફાર	ફેરફારની દર
ઇન્ટરસેપ્ટ (a)	X=0 વખતે Y-વેલ્યુ	શરુઆતી બિંદુ
એરર	વાસ્તવિક - આગાહી	રેખામાંથી તફાવત

- ધ્યેય: એરર ઘટાડતી બેસ્ટ-ફિટ લાઇન શોધવી
- પદ્ધતિ: લીસ્ટ સ્ક્વેર ઓપ્ટિમાઇઝેશન
- ધારણા: વેરિએબલ્સ વચ્ચે રેખીય સંબંધ અસ્તિત્વમાં છે

મેમરી ટ્રીક

“YABX” - Y બરાબર a પ્લસ b ગુણા X

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

K-NN અલ્ગોરિધમ લખો અને ચર્ચા કરો.

જવાબ

K-નીયરેસ્ટ નેઇબર્સ (K-NN) એ લેઝી લર્નિંગ અલ્ગોરિધમ છે જે ડેટા પોઇન્ટ્સને તેમના K નજીકના પડોશીઓના મેજોરિટી ક્લાસના આધારે વર્ગીકૃત કરે છે.

K-NN અલ્ગોરિધમ પગલાં

પગલું	ક્રિયા	વર્ણન
1	K વેલ્યુ પસંદ કરવી	પડોશીઓની સંખ્યા પસંદ કરવી
2	અંતર ગણતરી કરવી	બધા ટ્રેનિંગ પોઇન્ટ્સનું અંતર શોધવું
3	અંતર ક્રમાંકિત કરવા	ચડતા ક્રમમાં ગોઠવવા
4	K નજીકના પસંદ કરવા	K સૌથી નજીકના પોઇન્ટ્સ પસંદ કરવા
5	મેજોરિટી વોટિંગ	સૌથી સામાન્ય ક્લાસ અસાઇન કરવો

flowchart LR

```

A[ ] --{-{-} B[ ]
B --{-{-} C[ ]
C --{-{-} D[K ]
D --{-{-} E[ ]
E --{-{-} F[ ]

```

અંતર મેટ્રિક્સ:

- યુક્લિડિયન: સૌથી સામાન્ય અંતર માપ
- મેનહેટન: નિરપેક્ષ તફાવતોનો સરવાળો
- મિન્કોવસ્કી: સામાન્યીકૃત અંતર મેટ્રિક

ફાયદા:

- સરળ: સમજવા અને અમલીકરણ માટે સરળ
- કોઈ ટ્રેનિંગ નહીં: બધો ડેટા સ્ટોર કરે છે, કોઈ મોડેલ બિલ્ડિંગ નથી

ગેરફાયદા:

- કોમ્પ્યુટેશનલી મહંગું: બધા પોઇન્ટ્સ ચેક કરવા પડે છે
- K પ્રત્યે સંવેદનશીલ: પરફોર્મન્સ K વેલ્યુ પર આધાર રાખે છે

મેમરી ટ્રીક

“પગક્રમ” - પસંદ, ગણતરી, ક્રમાંકન, મેજોરિટી વોટ

પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 ગુણ]

હેલ્થકેર ક્ષેત્રમાં supervised learning ના કોઈપણ ત્રણ ઉદાહરણો લખો

જવાબ

હેલ્થકેર Supervised લર્નિંગ ઉદાહરણો

એપ્લિકેશન	ઇનપુટ	આઉટપુટ	હેતુ
રોગ નિદાન	લક્ષણો, ટેસ્ટ પરિણામો	રોગનો પ્રકાર	તબીબી સ્થિતિઓ ઓળખવી
દવાની રિસ્પોન્સ આગાહી	દર્દીનો ડેટા, આનુવંશિકતા	દવાની અસરકારકતા	વ્યક્તિગત દવા
મેડિકલ ઇમેજ એનાલિસિસ	X-rays, MRI સ્કેન	ટ્યુમર શોધ	પ્રારંભિક રોગ શોધ

- પેટર્ન રેકગ્નિશન: લેબલ કરેલા તબીબી ડેટામાંથી શીખવું
- ક્લિનિકલ ડિસિઝન સપોર્ટ: ડોક્ટરોને નિદાનમાં મદદ કરવી
- પ્રિડિક્ટિવ મેડિસિન: આરોગ્ય પરિણામો આગાહી કરવા

મેમરી ટ્રીક

“રદમ” - રોગ નિદાન, દવાની રિસ્પોન્સ, મેડિકલ ઇમેજિંગ

પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 ગુણ]

તફાવત કરો: Classification v/s Regression.

જવાબ

Classification vs Regression તુલના

પાસું	Classification	Regression
આઉટપુટ પ્રકાર	વિશિષ્ટ શ્રેણીઓ/ક્લાસ	કન્ટિન્યુઅસ ન્યુમેરિકલ વેલ્યૂઝ
ધ્યેય	ક્લાસ લેબલ આગાહી કરવા	ન્યુમેરિકલ વેલ્યૂઝ આગાહી કરવી
ઉદાહરણ	ઇમેઇલ સ્પામ/ન સ્પામ	ઘરની કિંમત આગાહી
મૂલ્યાંકન	એક્યુરેસી, પ્રિસિઝન, રિકોલ	MAE, MSE, R-squared

- **Classification:** શ્રેણીઓ આગાહી કરે છે (હા/ના, લાલ/વાદળી/લીલો)
- **Regression:** માત્રાઓ આગાહી કરે છે (કિંમત, તાપમાન, વજન)
- **અલ્ગોરિધમ:** કેટલાક બંને માટે કામ કરે છે, અન્ય વિશેષીકૃત છે

મેમરી ટ્રીક

``CLASS-શ્રેણીઓ, REG-વાસ્તવિક સંખ્યાઓ``

પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 ગુણ]

કલાસિફિકેશન લર્નિંગના સ્ટેપ્સને વિગતમાં સમજાવો.

જવાબ

કલાસિફિકેશન લર્નિંગમાં ઇનપુટ ડેટાને પૂર્વનિર્ધારિત શ્રેણીઓ અથવા કલાસમાં અસાઇન કરવા માટે મોડેલ ટ્રેનિંગ શામેલ છે.
કલાસિફિકેશન લર્નિંગ પગલાં

પગલું	પ્રક્રિયા	વર્ણન
1	ડેટા કલેક્શન	લેબલ કરેલા ટ્રેનિંગ ઉદાહરણો એકત્રિત કરવા
2	ડેટા પ્રીપ્રોસેસિંગ	ડેટા સાફ અને તૈયાર કરવો
3	ફીચર સિલેક્શન	સંબંધિત એટ્રિબ્યુટ્સ પસંદ કરવા
4	મોડેલ સિલેક્શન	કલાસિફિકેશન અલ્ગોરિધમ પસંદ કરવું
5	ટ્રેનિંગ	લેબલ કરેલા ડેટામાંથી શીખવું
6	મૂલ્યાંકન	મોડેલ પરફોર્મન્સ ટેસ્ટ કરવું
7	ડિપ્લોયમેન્ટ	આગાહી માટે મોડેલનો ઉપયોગ કરવો

flowchart LR

```

A[ ] --{-{-} B[ ]}
B --{-{-} C[ ]}
C --{-{-} D[ ]}
D --{-{-} E[ ]}
E --{-{-} F[ ]}
F --{-{-} G\{ ?\}
G --{-{-} | D}
G --{-{-} | H[ ]}

```

મુખ્ય કન્સેપ્ટ્સ:

- **Supervised લર્નિંગ:** લેબલ કરેલા ટ્રેનિંગ ડેટાની જરૂર છે
- **ફીચર એન્જિનિયરિંગ:** કાચા ડેટાને ઉપયોગી ફીચર્સમાં રૂપાંતરિત કરવું
- **ક્રોસ-વેલિડેશન:** મોડેલ સારી રીતે જનરલાઇઝ કરે છે તે સુનિશ્ચિત કરવું
- **પરફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:** એક્યુરેસી, પ્રિસિઝન, રિકોલ, F1-સ્કોર

સામાન્ય અલ્ગોરિધમ:

- **ડિસિઝન ટ્રી:** વ્યાખ્યા કરવા સરળ નિયમો
- **SVM:** હાઇ-ડાઇમેન્શનલ ડેટા માટે અસરકારક
- **ન્યુરલ નેટવર્ક:** જટિલ પેટર્ન સંભાળે છે

મેમરી ટ્રીક

``ડપ્લેટમડ`` - ડેટા, પ્રીપ્રોસેસ, ફીચર, મોડેલ, ટ્રેન, મૂલ્યાંકન, ડિપ્લોય

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

તફાવત કરો: Clustering v/s Classification.

જવાબ

Clustering vs Classification તુલના

પાસું	Clustering	Classification
લર્નિંગ પ્રકાર	Unsupervised	Supervised
ટ્રેનિંગ ડેટા	લેબલ વિનાનો ડેટા	લેબલ કરેલો ડેટા
ધ્યેય	છુપાયેલા જૂથો શોધવા	જાણીતા ક્લાસ આગાહી કરવા
આઉટપુટ	જૂથ અસાઇનમેન્ટ	ક્લાસ આગાહીઓ

- **Clustering:** ડેટામાં અજાણ્યા પેટર્ન શોધે છે
- **Classification:** નવા ઉદાહરણો આગાહી કરવા માટે જાણીતા ઉદાહરણોમાંથી શીખે છે
- **મૂલ્યાંકન:** Clustering નું મૂલ્યાંકન classification કરતાં મુશ્કેલ છે

મેમરી ટ્રીક

“CL-અજાણ્યા જૂથો, CLASS-જાણીતી શ્રેણીઓ”

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

Apriori અલ્ગોરિથમના ફાયદા અને ગેરફાયદાની યાદી બનાવો.

જવાબ

Apriori અલ્ગોરિથમના ફાયદા અને ગેરફાયદા

ફાયદા	ગેરફાયદા
સમજવામાં સરળ	કોમ્પ્યુટેશનલી મહંગું
બધા ફ્રીક્વન્ટ આઇટમસેટ્સ શોધે છે	બહુવિધ ડેટાબેસ સ્કેન
સ્થાપિત અલ્ગોરિથમ	મોટી મેમરી જરૂરિયાતો
એસોસિએશન રૂલ્સ જનરેટ કરે છે	નબળી સ્કેલેબિલિટી

ફાયદાની વિગતો:

- સરળતા: સીધું તર્ક અને અમલીકરણ
- સંપૂર્ણતા: બધા ફ્રીક્વન્ટ પેટર્ન શોધે છે
- રૂલ જનરેશન: અર્થપૂર્ણ એસોસિએશન રૂલ્સ બનાવે છે

ગેરફાયદાની વિગતો:

- પરફોર્મન્સ: મોટા ડેટાસેટ પર ધીમું
- મેમરી: ઘણા કેન્ડિડેટ આઇટમસેટ્સ સ્ટોર કરે છે
- સ્કેલેબિલિટી: ડેટાના કદ સાથે પરફોર્મન્સ ઘટે છે

મેમરી ટ્રીક

“સરળ-ધીમું” - ઉપયોગમાં સરળ પણ ધીમી પરફોર્મન્સ

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

unsupervised લર્નિંગની એપ્લિકેશનો લખો અને સમજાવો

જવાબ

Unsupervised લર્નિંગ લેબલ કરેલા ઉદાહરણો વિના ડેટામાં છુપાયેલા પેટર્ન શોધે છે.

Unsupervised લર્નિંગ એપ્લિકેશન

ડોમેન	એપ્લિકેશન	તકનીક	હેતુ
માર્કેટિંગ	કસ્ટમર સેગમેન્ટેશન	Clustering	સમાન કસ્ટમર્સને જૂથ બનાવવા

રિટેઇલ એનોમેલી ડિટેક્શન ડેટા કોમ્પ્રેશન રેકમેન્ડેશન	માર્કેટ બાસ્કેટ એનાલિસિસ ફ્રોડ ડિટેક્શન ડાઇમેન્શનેલિટી રિડક્શન કન્ટેન્ટ ફિલ્ટરિંગ	એસોસિએશન રૂલ્સ આઉટલાયર ડિટેક્શન PCA Clustering	ખરીદીના પેટર્ન શોધવા અસામાન્ય વર્તન ઓળખવું ડેટાનું કદ ઘટાડવું સમાન આઇટમ્સ સૂચવવા
--	--	---	---

```
mindmap
  root((Unsupervised ))
    Clustering
```

મુખ્ય ફાયદા:

- પેટર્ન ડિસ્કવરી: છુપાયેલી સ્ટ્રક્ચર્સ બહાર કાઢે છે
- લેબલ્સની જરૂર નથી: કાચા ડેટા સાથે કામ કરે છે
- એક્સપ્લોરેટરી એનાલિસિસ: ડેટાની લાક્ષણિકતાઓ સમજવી

સામાન્ય તકનીકો:

- K-means: ડેટાને કલસ્ટરમાં વિભાજિત કરે છે
- હાયરાર્કિકલ કલસ્ટરિંગ: કલસ્ટર હાયરાર્કી બનાવે છે
- Apriori: એસોસિએશન રૂલ્સ શોધે છે

મેમરી ટ્રીક

“મરએડ” - માર્કેટિંગ, રિટેઇલ, એનોમેલી, ડાઇમેન્શનેલિટી

પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

Apriori અલ્ગોરિથમની એપ્લિકેશનની યાદી બનાવો.

જવાબ

Apriori અલ્ગોરિથમ એપ્લિકેશન

ડોમેન	એપ્લિકેશન	હેતુ
રિટેઇલ	માર્કેટ બાસ્કેટ એનાલિસિસ	એક્સાથે ખરીદાતા આઇટમ્સ શોધવા
વેબ માઇનિંગ	વેબસાઇટ ઉપયોગ પેટર્ન	પેજ વિઝિટ સિકવન્સ શોધવા
બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ	જીન પેટર્ન એનાલિસિસ	જીન એસોસિએશન ઓળખવા

- એસોસિએશન રૂલ્સ: “જો A તો B” સંબંધો
- ફ્રીક્વન્ટ પેટર્ન: વારંવાર એક્સાથે દેખાતા આઇટમ્સ
- ક્રોસ-સેલિંગ: સંબંધિત પ્રોડક્ટ્સ રેકમેન્ડ કરવા

મેમરી ટ્રીક

“રવબ” - રિટેઇલ, વેબ, બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ

પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 ગુણ]

વ્યાખ્યાયિત કરો: Support and Confidence.

જવાબ

એસોસિએશન રૂલ મેટ્રિક્સ

મેટ્રિક	સૂત્ર	વર્ણન	રેન્જ
Support	$\text{Support}(A) = \frac{\text{Count}(A)}{\text{કુલ ટ્રાન્ઝેક્શન}}$	આઇટમસેટ કેટલી વાર દેખાય છે	0 થી 1
Confidence	$\text{Confidence}(A) = \frac{\text{Support}(A)}{\text{Support}(A)}$	રૂલ કેટલી વાર સાચું છે	0 થી 1

Support ઉદાહરણ:

- જો આઇટમસેટ {બ્રેડ, દૂધ} 10 માંથી 3 ટ્રાન્ઝેક્શનમાં દેખાય છે
- $\text{Support} = 3/10 = 0.3$ (30%)

Confidence ઉદાહરણ:

- રૂલ: "બ્રેડ → "
- જો {બ્રેડ, દૂધ} 3 વખત દેખાય છે, બ્રેડ એકલું 5 વખત દેખાય છે
- $\text{Confidence} = 3/5 = 0.6$ (60%)

મેમરી ટ્રીક

"SUP-કેટલી વાર, CONF-કેટલું વિશ્વસનીય

પ્રશ્ન 4(ક OR) [7 ગુણ]

K-means કલસ્ટરિંગ અપ્રોચ વિગતવાર લખો અને સમજાવો.

જવાબ

K-means કલસ્ટરિંગ વિધિન-કલસ્ટર સમ ઓફ સ્કવેર્સને ન્યૂનતમ કરીને ડેટાને K કલસ્ટરમાં વિભાજિત કરે છે.

K-means અલ્ગોરિધમ પગલાં

પગલું	ક્રિયા	વર્ણન
1	K પસંદ કરવું	કલસ્ટરની સંખ્યા પસંદ કરવી
2	સેન્ટ્રોઇડ્સ ઇનિશિયલાઇઝ કરવા	K પોઇન્ટ્સ રેન્ડમલી મૂકવા
3	પોઇન્ટ્સ અસાઇન કરવા	દરેક પોઇન્ટ નજીકના સેન્ટ્રોઇડમાં
4	સેન્ટ્રોઇડ્સ અપડેટ કરવા	અસાઇન કરેલા પોઇન્ટ્સનો મીન ગણતરી કરવો
5	3-4 પુનરાવર્તન	કન્વર્જન્સ સુધી

flowchart LR

```
A[K] --> B[K]
B --> C[ ]
C --> D[ ]
D --> E[ ]
E --> F[ ]
```

અલ્ગોરિથમ વિગતો:

- ડિસ્ટન્સ મેટ્રિક્સ: સામાન્ય રીતે યુક્લિડિયન ડિસ્ટન્સ
- કન્વર્જન્સ: જ્યારે સેન્ટ્રોઇડ્સ નોંધપાત્ર રીતે હલવા બંધ કરે છે
- ઉદ્દેશ્ય: વિધિન-ક્લસ્ટર સમ ઓફ સ્કેલ્સ (WCSS) ન્યૂનતમ કરવું

ફાયદા:

- સરળ: સમજવા અને અમલીકરણ માટે સરળ
- કાર્યક્ષમ: લિનિયર ટાઇમ કોમ્પ્લેક્સિટી
- સ્કેલેબલ: મોટા ડેટાસેટ સાથે સારી રીતે કામ કરે છે

ગેરફાયદા:

- K સિલેક્શન: પહેલેથી K પસંદ કરવું પડે છે
- ઇનિશિયલાઇઝેશન પ્રત્યે સંવેદનશીલ: વિવિધ શરૂઆતી પોઇન્ટ્સ વિવિધ પરિણામો આપે છે
- ગોળાકાર ક્લસ્ટર્સ ધારે છે: અનિયમિત આકાર સાથે કામ ન કરી શકે

K પસંદ કરવું:

- એલ્બો મેથડ: WCSS vs K પ્લોટ કરવું, "એલ્બો" શોધવું
- સિલ્હુએટ એનાલિસિસ: ક્લસ્ટર ગુણવત્તા માપવી

મેમરી ટ્રીક

"પસઅપ" - પસંદ K, સેન્ટ્રોઇડ્સ ઇનિશિયલાઇઝ, અસાઇન, અપડેટ, પુનરાવર્તન

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

પ્રિડિક્ટિવ મોડેલ અને ડિસ્ક્રિપ્ટિવ મોડેલ વચ્ચેનો તફાવત આપો.

જવાબ

પ્રિડિક્ટિવ vs ડિસ્ક્રિપ્ટિવ મોડેલ્સ

પાસું	પ્રિડિક્ટિવ મોડેલ	ડિસ્ક્રિપ્ટિવ મોડેલ
હેતુ	ભવિષ્યના પરિણામો આગાહી કરવા	વર્તમાન પેટર્ન સમજાવવા
આઉટપુટ	આગાહીઓ/વર્ગીકરણ	આંતરદૃષ્ટિ/સારાંશ
ઉદાહરણ	વેચાણ આગાહી, સ્પામ ડિટેક્શન	કસ્ટમર સેગમેન્ટેશન, ટ્રેન્ડ એનાલિસિસ

- પ્રિડિક્ટિવ: ભવિષ્યની આગાહી કરવા માટે ઐતિહાસિક ડેટાનો ઉપયોગ કરે છે
- ડિસ્ક્રિપ્ટિવ: પેટર્ન સમજવા માટે વર્તમાન ડેટાનું વિશ્લેષણ કરે છે
- ધ્યેય: આગાહી vs સમજ

મેમરી ટ્રીક

"PRED-ભવિષ્ય, DESC-વર્તમાન"

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

scikit-learn ની એપ્લિકેશનની સૂચિ બનાવો.

જવાબ

Scikit-learn એપ્લિકેશન

શ્રેણી	એપ્લિકેશન	અલ્ગોરિધમ
Classification	ઇમેઇલ ફિલ્ટરિંગ, ઇમેજ રેકગ્નિશન	SVM, Random Forest, Naive Bayes
Regression	કિંમત આગાહી, રિસ્ક એસેસમેન્ટ	Linear Regression, Decision Trees
Clustering	કસ્ટમર સેગમેન્ટેશન, ડેટા એક્સપ્લોરેશન	K-means, DBSCAN
Preprocessing	ડેટા ક્લીનિંગ, ફીચર સ્કેલિંગ	StandardScaler, LabelEncoder

- મશીન લર્નિંગ લાઇબ્રેરી: વ્યાપક Python ટૂલકિટ
- સરળ ઇન્સ્ટોલેશન: NumPy, Pandas સાથે કામ કરે છે
- સારી ડોક્યુમેન્ટેશન: વ્યાપક ઉદાહરણો અને ટ્યુટોરિયલ

મેમરી ટ્રીક
``કરકપ`` - Classification, Regression, Clustering, Preprocessing

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

Numpy ના લક્ષણો અને એપ્લિકેશનો સમજાવો.

જવાબ		
NumPy (Numerical Python) એ Python માં વૈજ્ઞાનિક કોમ્પ્યુટિંગ માટેની મૂળભૂત લાઇબ્રેરી છે, જે મોટા બહુ-પરિમાણીય એરે અને ગાણિતિક ફંક્શન-સ માટે સપોર્ટ પ્રદાન કરે છે.		
NumPy લક્ષણો કોષ્ટક		
લક્ષણ	વર્ણન	ફાયદો
N-dimensional Arrays	શક્તિશાળી એરે ઓબ્જેક્ટ્સ	કાર્યક્ષમ ડેટા સ્ટોરેજ
Broadcasting	વિવિધ આકારના એરે પર ઓપરેશન	લવચીક ગણતરી
Mathematical Functions	ત્રિકોણમિતિ, લઘુગણક, આંકડાકીય	સંપૂર્ણ ગણિત ટૂલકિટ
Performance	C/Fortran માં અમલીકરણ	ઝડપી એક્ઝીક્યુશન
Memory Efficiency	સતત મેમરી લેઆઉટ	મેમરી વપરાશ ઘટાડવું

NumPy એપ્લિકેશન

ડોમેન	એપ્લિકેશન	હેતુ
મશીન લર્નિંગ	ડેટા પ્રીપ્રોસેસિંગ, ફીચર એન્જિનિયરિંગ	ન્યુમેરિકલ ડેટા સંભાળવો
ઇમેજ પ્રોસેસિંગ	ઇમેજ મેનિપ્યુલેશન, ફિલ્ટરિંગ	પિક્સેલ એરે પ્રોસેસ કરવા
વૈજ્ઞાનિક કોમ્પ્યુટિંગ	ન્યુમેરિકલ સિમ્યુલેશન, મોડેલિંગ	ગાણિતિક ગણતરીઓ
ફાઇનાન્સિયલ એનાલિસિસ	પોર્ટફોલિયો ઓપ્ટિમાઇઝેશન, રિસ્ક મોડેલિંગ	માત્રાત્મક વિશ્લેષણ

mindmap

root((NumPy))

N{-dimensional Arrays}

Broadcasting

Mathematical Functions

મુખ્ય ક્ષમતાઓ:

- એરે ઓપરેશન્સ: એલિમેન્ટ-વાઇઝ ઓપરેશન્સ, સ્લાઇસિંગ, ઇન્ડેક્સિંગ
- લિનિયર અલજેબ્રા: મેટ્રિક્સ ઓપરેશન્સ, eigenvalues, decompositions
- રેન્ડમ નંબર જનરેશન: આંકડાકીય વિતરણ, સેમ્પલિંગ
- ફૂરિયર ટ્રાન્સફોર્મ: સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ, ફ્રીક્વન્સી એનાલિસિસ

ઇન્ટીગ્રેશન:

- Pandas:** DataFrames NumPy એરે પર બનેલા છે
- Matplotlib:** NumPy એરે પ્લોટ કરવા
- Scikit-learn:** ML અલ્ગોરિધમ NumPy એરે વાપરે છે

મેમરી ટ્રીક

“Nઝગલ” - N-dimensional, ઝડપી, એરે, ગણિત, વૈજ્ઞાનિક

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

બેગિંગ પર ટૂંકી નોંધ લખો

જવાબ

બેગિંગ (Bootstrap Aggregating) એ ensemble પદ્ધતિ છે જે ડેટાના વિવિધ સબસેટ પર બહુવિધ મોડેલ ટ્રેનિંગ કરીને મોડેલ પરફોર્મન્સ સુધારે છે.

બેગિંગ પ્રક્રિયા કોષ્ટક

પગલું	પ્રક્રિયા	હેતુ
Bootstrap Sampling	બહુવિધ ટ્રેનિંગ સેટ બનાવવા	વિવિધ ડેટાસેટ જનરેટ કરવા
Train Models	દરેક સબસેટ પર મોડેલ બનાવવું	બહુવિધ આગાહીકર્તા બનાવવા
Aggregate Results	આગાહીઓ જોડવી (વોટિંગ/એવરેજિંગ)	ઓવરફિટિંગ ઘટાડવું

- વેરિયન્સ રિડક્શન:** એવરેજિંગ દ્વારા મોડેલ વેરિયન્સ ઘટાડે છે
- પેરેલલ ટ્રેનિંગ:** મોડેલ્સ સ્વતંત્ર રીતે ટ્રેન થાય છે
- ઉદાહરણ:** Random Forest ડિસિઝન ટ્રી સાથે બેગિંગ વાપરે છે

મેમરી ટ્રીક

``બટએ" - Bootstrap, Train, Aggregate

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

Pandas લક્ષણોની યાદી આપો.

જવાબ

Pandas લક્ષણો

લક્ષણ	વર્ણન	ફાયદો
DataFrame/Series	સ્ટ્રક્ચર્ડ ડેટા કન્ટેનર	સરળ ડેટા મેનિપ્યુલેશન
File I/O	CSV, Excel, JSON રીડ/રાઇટ	વિવિધ ફોર્મેટ સંભાળવા
Data Cleaning	ખોવાયેલી વેલ્યૂઝ, ડુપ્લિકેટ સંભાળવા	સાફ ડેટા તૈયાર કરવો
Grouping/Aggregation	ગ્રુપ બાય ઓપરેશન્સ, આંકડાકીય	ડેટા પેટર્ન એનાલિઝ કરવા

ડેટા ઓપરેશન્સ:

- ઇન્ડેક્સિંગ: લવચીક ડેટા સિલેક્શન અને ફિલ્ટરિંગ
- મર્જિંગ: joins સાથે ડેટાસેટ જોડવા
- રીશેપિંગ: પિવોટ ટેબલ અને ડેટા ટ્રાન્સફોર્મેશન

મેમરી ટ્રીક

``ડફઇ" - DataFrame, ફાઇલ I/O, ઇન્ડેક્સિંગ, ગ્રુપિંગ

પ્રશ્ન 5(ક OR) [7 ગુણ]

Matplotlib ની વિશેષતાઓ અને એપ્લિકેશનો સમજાવો.

જવાબ

Matplotlib એ Python માટેની એક વ્યાપક 2D પ્લોટિંગ લાઇબ્રેરી છે જે વિવિધ ફોર્મેટ અને ઇન્ટરેક્ટિવ વાતાવરણમાં પ્રકાશન-ગુણવત્તાવાળા આકૃતિઓ બનાવે છે.

Matplotlib લક્ષણો

લક્ષણ	વર્ણન	ક્ષમતા
Plot Types	Line, bar, scatter, histogram, pie	વિવિધ વિઝ્યુઅલાઇઝેશન વિકલ્પો
Customization	રંગો, ફોન્ટ્સ, સ્ટાઇલ, લેઆઉટ	વ્યાવસાયિક દેખાવ
Interactive Features	Zoom, pan, widgets	ગતિશીલ એક્સપ્લોરેશન
Multiple Backends	GUI, વેબ, ફાઇલ આઉટપુટ	લવચીક ડિપ્લોયમેન્ટ
3D Plotting	Surface, wireframe, scatter plots	ત્રિ-પરિમાણીય વિઝ્યુઅલાઇઝેશન

Matplotlib એપ્લિકેશન

ડોમેન	એપ્લિકેશન	વિઝ્યુઅલાઇઝેશન પ્રકાર
ડેટા સાયન્સ	એક્સપ્લોરેટરી ડેટા એનાલિસિસ	હિસ્ટોગ્રામ, સ્કેટર પ્લોટ
વૈજ્ઞાનિક સંશોધન	પ્રકાશન આકૃતિઓ	લાઇન પ્લોટ, એરર બાર
બિઝનેસ ઇન્ટેલિજન્સ	ડેશબોર્ડ બનાવવું	બાર ચાર્ટ, ટ્રેન્ડ લાઇન
મશીન લર્નિંગ	મોડેલ પરફોર્મન્સ વિઝ્યુઅલાઇઝેશન	કન્ફ્યુઝન મેટ્રિક્સ, ROC કર્વ
એન્જિનિયરિંગ	સિગ્નલ એનાલિસિસ	ટાઇમ સિરિઝ, ફ્રીક્વન્સી પ્લોટ

flowchart LR

```

A[ ] --> B[Matplotlib ]
B --> C[ ]
B --> D[ ]
B --> E[ ]
C --> F[PNG/PDF ]
D --> G[ ]
E --> H[ ]

```

મુખ્ય ઘટકો:

- **Figure:** બધા પ્લોટ એલિમેન્ટ્સ માટે ટોપ-લેવલ કન્ટેનર
- **Axes:** આકૃતિની અંદર વ્યક્તિગત પ્લોટ
- **Artist:** આકૃતિ પર દોરવામાં આવતું બધું (રેખાઓ, ટેક્સ્ટ, વગેરે)
- **Backend:** વિવિધ આઉટપુટ માટે રેન્ડરિંગ સંભાળે છે

પ્લોટ કસ્ટમાઇઝેશન:

- **રંગો/સ્ટાઇલ:** વિઝ્યુઅલ વિકલ્પોની વિશાળ શ્રેણી
- **એનોટેશન:** ટેક્સ્ટ લેબલ, એરો, લેજેન્ડ
- **સબપ્લોટ:** સિંગલ આકૃતિમાં બહુવિધ પ્લોટ
- **લેઆઉટ:** ગ્રિડ ગોઠવણી, સ્પેસિંગ કન્ટ્રોલ

ઇન્ટીગ્રેશન ફ્રેમવર્ક:

- **NumPy એરે:** ન્યુમેરિકલ ડેટાનું સીધું પ્લોટિંગ
- **Pandas:** બિલ્ટ-ઇન પ્લોટિંગ મેથડ્સ
- **Jupyter Notebooks:** ઇનલાઇન પ્લોટ ડિસ્પ્લે
- **વેબ ફ્રેમવર્ક:** એપ્લિકેશનમાં પ્લોટ એમ્બેડ કરવા

આઉટપુટ ફોર્મેટ:

- **રેસ્ટર:** વેબ ઉપયોગ માટે PNG, JPEG
- **વેક્ટર:** પ્રકાશન માટે PDF, SVG
- **ઇન્ટરેક્ટિવ:** વેબ ડિપ્લોયમેન્ટ માટે HTML

મેમરી ટ્રીક

“બવઇકવ” - બહુવિધ પ્લોટ, વિઝ્યુઅલાઇઝેશન, ઇન્ટરેક્ટિવ, કસ્ટમાઇઝેબલ, વૈજ્ઞાનિક