

Subject Name (Gujarati)

4341603 -- Winter 2024

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

હૃમન લર્નિંગનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન કરો.

જવાબ

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

Table 1: હૃમન લર્નિંગ પ્રક્રિયા

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

- લર્નિંગ પ્રકારો: દર્શય, શ્રાવ્ય, ગતિશીલ લર્નિંગ શૈલીઓ
- ફીડબેક લૂપ: ભૂલો અને સફળતાઓમાંથી શીખવું
- અનુકૂલન: 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)
દયો	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.

જવાબ

Table 2: મશીન લર્નિંગ એક્ટિવિટીઓ

એક્ટિવિટી	હેતુ	વર્ણન
ડેટા કલેક્શન	કાચો ડેટા એક્તિત કરવો	વિવિધ સોતોમાંથી સંબંધિત ડેટા એક્સિટ કરવો
ડેટા પ્રીપ્રોસેસિંગ	ડેટા સાફ અને તૈયાર કરવો	ખોવાયેલી વેલ્યુઝ સંભાળવી, સામાન્યીકરણ
ફીચર સિલેક્શન	મહત્વપૂર્ણ લક્ષણો પસંદ કરવા	લર્નિંગ માટે સંબંધિત એટ્રિબ્યુટ્સ પસંદ કરવા
મોડેલ ટ્રેનિંગ મોડેલ ઇવેલ્યુઅશન	લર્નિંગ મોડેલ બનાવવું પરફોર્મન્સ મૂલ્યાંકન	તૈયાર ડેટાસેટ પર અલગોરિધમ ટ્રેનિંગ મોડેલની ચોક્સાઈ અને અસરકારકતા ચકાસી
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 પગાંનું બહેતર મોડેલ પરફોર્મન્સ સુનિશ્ચિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"કપફટઇડમ"- કલેક્શન, પ્રીપ્રોસેસિંગ, ફીચર, ટ્રેનિંગ, ઇવેલ્યુઅશન, 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

જવાબ

ડેટા વિશ્લેષણ કોષ્ટક

આંકડાકીય માપ	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
મીન	સરવાળો/ગણતરી	(1+1+1+2+4+5+5+6+6+7+5.88+7+8+9+10+11)/17	
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 અલગોરિધમ બનાવવું
3	ટેસ્ટિંગ સેટ પર મોડેલ ટેસ્ટ કરવું	મોડેલ પરફોર્મન્સ મૂલ્યાંકન કરવું

- રેન્ડમ સિલ્લટ: બને સેટમાં પ્રતિનિધિ વિતરણ સુનિશ્ચિત કરવું
- કોઈ ઓવરલેપ નહીં: ટેસ્ટિંગ ડેટા ક્યારેય ટ્રેનિંગમાં ઉપયોગ થતો નથી
- સિંગલ સિલ્લટ: ડેટાનું એક વખતનું વિભાજન

મેમરી ટ્રીક

“વટ્ટ” - વિભાજન, ટ્રેન, ટેસ્ટ

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

કન્ફ્યુઝન મેટ્રિક્સની રૂચના સમજાવો.

જવાબ

કન્ફ્યુઝન મેટ્રિક્સ રૂચના

	આગાહી પોઝિટિવ	આગાહી નેગેટિવ
વાસ્તવિક પોઝિટિવ	ટુ પોઝિટિવ (TP)	ફોલ્સ નેગેટિવ (FN)
વાસ્તવિક નેગેટિવ	ફોલ્સ પોઝિટિવ (FP)	ટુ નેગેટિવ (TN)

ઘટકોની સમજૂતી:

- TP: સાચી રીતે આગાહી કરેલા પોઝિટિવ કેસ
- TN: સાચી રીતે આગાહી કરેલા નેગેટિવ કેસ
- FP: ખોટી રીતે પોઝિટિવ તરીકે આગાહી (ટાઇપ I એરર)
- FN: ખોટી રીતે નેગેટિવ તરીકે આગાહી (ટાઇપ II એરર)

પરફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:

- એક્ષ્યુરેસી = $(TP+TN)/(TP+TN+FP+FN)$
- 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 અલગોરિધમ માટે તૈયાર કરવાની તકનીક છે.
ડેટા પ્રી-પ્રોસેસિંગ પદ્ધતિઓ કોષ્ટક

પદ્ધતિ	હેતુ	તકનીકો
ડેટા કલીનિંગ	નોઈજ અને અસંગતતા દૂર કરવી	ખોવાયેલી વેલ્યુઝ સંભાળવી, ડુલિકેટ દૂર કરવા
ડેટા ટ્રાન્સફોર્મેશન	ડેટા ફોર્મેટ કન્વર્ટ કરવું	નોર્મલાઇઝેશન, સ્ટાન્ડર્ડાઇઝેશન
ડેટા રિડક્ષન	ડેટાસેટ સાઈજ ઘટાડવું	ફીચર સિલેક્શન, ડાઈમેન્શનાલિટી રિડક્ષન
ડેટા ઈન્ટીગ્રેશન	અનેક સોટો જોડવા	ડેટાસેટ મર્જ કરવા, કોન્ફિલક્ટ હલ કરવા

```
flowchart LR
    A[ ] --{-{-}}--> B[ ]
    B --{-{-}}--> C[ ]
    C --{-{-}}--> D[ ]
    D --{-{-}}--> E[ ]
```

- ખોવાયેલી વેલ્યુઝ: ઇમ્પ્યુટેશન માટે મીન, મીડિયન, અથવા મોડનો ઉપયોગ
- આઉટલાયર્સ: અત્યંત વેલ્યુઝ શોધવી અને સંભાળવી
- ફીચર સ્કેલિંગ: ડેટાને સમાન સ્કેલ પર નોર્મલાઇઝ કરવું

મેમરી ટ્રીક

"કટરણ" - કલીન, ટ્રાન્સફોર્મ, રિડ્યુસ, ઈન્ટીગ્રેટ

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

યોગ્ય ઉદાહરણ સાથે હિસ્ટોગ્રામ સમજાવો.

જવાબ

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

ઘટક	વર્ણન
X-axis	ડેટા રેન્જ (bins)
Y-axis	આવર્તન
બાસ	ઉંચાઈ આવર્તન દર્શાવે છે

ઉદાહરણ: વિદ્યાર્થીઓના ગુણ વિતરણ:

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

મેમરી ટ્રીક

"બાયેર" - Bins, Axes, રેન્જ

પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 ગુણ]

નીચેના ઉદાહરણોનો યોગ્ય ડેટા પ્રકાર જણાવો: i) વ્યક્તિનું લિંગ ii) વિદ્યાર્થીઓનો ક્રમ iii) ધરની કિંમત iv) કૂલનો રૂંગ

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)
ધરની કિંમત	Continuous Numerical	રેન્જમાં કોઈપણ વેલ્યુ લઈ શકે છે
કૂલનો રૂંગ	Nominal Categorical	કોઈ પ્રાકૃતિક ક્રમ નથી (લાલ, વાદળી, પીળો)

- ક્રેટોરિકલ ડેટા: વિશિષ્ટ શ્રેણીઓનો મર્યાદિત સેટ
- ન્યૂમેરિકલ ડેટા: ગાણિતિક ઓપરેશન શક્ય છે
- આર્ડિનલ: અર્થપૂર્ણ અનુક્રમ સાથેની શ્રેણીઓ

મેમરી ટ્રીક

"નોકો" - Nominal, Ordinal, કન્ટિન્યુઅસ

પ્રશ્ન 2(ક OR) [7 ગુણ]

K-fold કોસ વેલિડેશનનું વિગતવાર વર્ણન કરો.

જવાબ

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

K-fold પ્રક્રિયા કોષ્ટક

પગલું	કિયા	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
- ઓવરફિલ્ડિંગ ઘટાડવું: બહુવિધ વેલિડેશન રાઉન્ડ
- બહેતર જનરલાઈઝન: વધુ વિશ્વસનીય પરફોર્મન્સ અંદાજ

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

મેમરી ટ્રીક

"વઉપસ્ટ" - વિભાજન, ઉપયોગ, પુનરાવર્તન, સરેરાશ, ટેસ્ટ

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

રીશેશનની એપ્લિકેશનની યાદી બનાવો.

જવાબ

રીશેશન 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 વેલ્યુઅશેન	ઘરની કિંમત અંદાજ કરવો

- પ્રિડિક્શિવ મોડલિંગ: કન્ટિન્યુઅસ વેલ્યુઝ આગાહી કરવી
- ટેન-ડ એનાલિસિસ: વેરિએબલ્સ વર્ચ્યેના સંબંધને સમજવા
- રિસ્ક એસેસમેન્ટ: ભાવિ પરિણામોનું મૂલ્યાંકન

મેમરી ટ્રીક

"નહમર" - નાણાં, હેલ્થકેર, માર્કેટિંગ, રિયલ એસ્ટેટ

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

સિંગલ લિનિયર રીગ્રેશન પર ઢૂંડી નોંધ લખો.

જવાબ

સિંગલ લિનિયર રીગ્રેશન એક સ્વતંત્ર વેરિએબલ (X) અને એક આન્શિત વેરિએબલ (Y) વર્ચ્યેના 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	શરૂઆતી બિંદુ
એરર	વાસ્તવિક - આગાહી	રેખામાંથી તફાવત

- દ્યોય: એરર ઘટાડતી બેસ્ટ-ફિટ લાઇન શોધવી
- પદ્ધતિ: લીસ્ટ સ્કવેર ઓપ્ટિમાઇઝેશન
- ધારણા: વેરિએબલ્સ વર્ચ્યે રેખીય સંબંધ અસ્તિત્વમાં છે

મેમરી ટ્રીક

"YABX" - Y બરાબર અ પલસ b ગુણાં X

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

K-NN અલગોરિધમ લખો અને ચર્ચા કરો.

જવાબ

K-નીચરેસ્ટ નેઇબર્સ (K-NN) એ લેઝી લર્નિંગ અલગોરિધમ છે જે ડેટા પોઇન્ટ્સને તેમના K નજીકના પડોશીઓના મેજોરિટી કલાસના આધારે વર્ગીકૃત કરે છે.

K-NN અલગોરિધમ પગલાં

પગલું	ક્રિયા	વર્ણન
1	K વેલ્યુ પસંદ કરવી	પડોશીઓની સંખ્યા પસંદ કરવી
2	અંતર ગણાતરી કરવી	બધા ટ્રેનિંગ પોઇન્ટ્સનું અંતર શોધવું
3	અંતર કમાંકિત કરવા	ચડતા કમમાં ગોઠવવા
4	K નજીકના પસંદ કરવા	K સૌથી નજીકના પોઇન્ટ્સ પસંદ કરવા
5	મેજોરિટી વોટિંગ	સૌથી સામાન્ય કલાસ 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: સામાન્યોકૃત અંતર મેટ્રિક

ફાયદા:

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

ગેરફાયદા:

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

મેમરી ટ્રીક

"પગકમ" - પસંદ, ગણતરી, કમાંકન, મેજોરિટી વોટ

પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

હેલ્પકર ક્ષેત્રમાં supervised learning ના કોઈપણ ત્રણ ઉદાહરણો લખો

જવાબ

હેલ્પકર Supervised લર્નિંગ ઉદાહરણો

એપ્લિકેશન	ઇનપુટ	આઉટપુટ	હેતુ
રોગ નિદાન	લક્ષણો, ટેસ્ટ પરિણામો	રોગનો પ્રકાર	તબીબી સ્થ્યતિઓ ઓળખવી
દવાની રિસ્પોન્સ આગાહી મેડિકલ ઇમેજ એનાલિસિસ	દર્દીનો ડેટા, આનુવંશિકતા X-rays, MRI સ્કેન	દવાની અસરકારકતા ટ્યુમર શોધ	વ્યક્તિગત દવા પ્રારંભિક રોગ શોધ
<ul style="list-style-type: none"> પેટન રેક્ટિશન: લેબલ કરેલા તબીબી ડેટામાંથી શીખવું ક્લિનિકલ ડિસ્ઝિન સપ્પોર્ટ: 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/કલાસ	કન્ટિન્યુઅસ ન્યુમેરિકલ વેલ્યુઝ
ધ્યેય	કલાસ લેબલ આગાહી કરવા	ન્યુમેરિકલ વેલ્યુઝ 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)
- અલગોરિધમ:** 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 પૂર્વનિર્ધરિત 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 અલગોરિધમ 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
- ક્લોસ-વેલિડેશન:** મોડેલ સારી રીતે જનરલાઇઝ કરે છે તે સુનિશ્ચિત કરવું
- પરફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:** એક્યુરેસી, પ્રિસિજન, રિકોલ, F1-સ્કોર

સામાન્ય અલગોરિધમ:

- ડિસ્ટિઝન ટ્રી:** વ્યાખ્યા કરવા સરળ નિયમો
- SVM:** હાઇ-ડાઇમેન્શનલ ડેટા માટે અસરકારક
- ન્યૂરલ નેટવર્ક:** જટિલ પેર્ટન્સ સંભાળે છે

મેમરી ટ્રીક

"ડફફમટમાટ" - 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
ડેટા	લેબલ વિનાનો ડેટા	લેબલ કરેલો ડેટા
ધ્યેય	ઇપાયેલા જૂથો શોધવા	જાણીતા કલાસ આગાહી કરવા
આઉટપુટ	જૂથ અસાઇનમેન્ટ	કલાસ આગાહીઓ

- **Clustering:** ડેટામાં અજાણ્યા પેર્ટન 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 અલગોરિધમના ફાયદા અને ગેરફાયદાની યાદી બનાવો.

જવાબ

Apriori અલગોરિધમના ફાયદા અને ગેરફાયદા

ફાયદા	ગેરફાયદા
સમજવામાં સરળ	કોમ્પ્યુટેશનલી મહેંગું
બધા ફીકવન્ટ આઇટમ્સેટ્સ શોધે છે	બહુવિધ ડેટાબેસ સ્કેન
સ્થાપિત અલગોરિધમ	મોટી મેમરી જરૂરિયાતો
એસોસિએશન રૂલ્સ જનરેટ કરે છે	નબળી સ્કેલેબિલિટી

ફાયદાની વિગતો:

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

ગેરફાયદાની વિગતો:

- પરફોર્મન્સ: મોટા ડેટાસેટ પર ધીમું
- મેમરી: ધ્યાણ કેન્દ્રિક આઇટમ્સેટ્સ 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 ઇપાયેલા પેર્ટન શોધે છે.

Unsupervised લર્નિંગ એપ્લિકેશન

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

રિટેઇલ	માર્ક૆ટ બાસ્કેટ એનાલિસિસ	એસોસિએશન રૂલ્સ	ખરીદીના પેટર્ન શોધવા
અનોમેલી ડિટેક્શન	ફોડ ડિટેક્શન	આઉટલાયર ડિટેક્શન	અસામાન્ય વર્તન ઓળખવું
ડેટા કોમ્પ્રોશન	ડાઇમેન્શનનેલિટી રિડક્શન	PCA	ડેટાનું કદ ઘટાડવું
રેકમેન્ડેશન	કન્ટેન ફિલ્ટરિંગ	Clustering	સમાન આઇટમ્સ સૂચવવા

mindmap
root((Unsupervised))
 Clustering

મુખ્ય ફાયદા:

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

સામાન્ય તકનીકો:

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

મેમરી ટ્રીક

"મરાએડ" - માર્કેટિંગ, રિટેઇલ, અનોમેલી, ડાઇમેન્શનનેલિટી

પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

Apriori અલગોરિધમની એપ્લિકેશનની યાદી બનાવો.

જવાબ

Apriori અલગોરિધમ એપ્લિકેશન

ડોમેન	એપ્લિકેશન	હેતુ
રિટેઇલ	માર્ક૆ટ બાસ્કેટ એનાલિસિસ	એક્સાથે ખરીદાતા આઇટમ્સ શોધવા
વેબ માઈનિંગ	વેબસાઇટ ઉપયોગ પેટર્ન	પેજ વિઝિટ સિકવન્સ શોધવા
બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ	જુન પેટર્ન એનાલિસિસ	જુન એસોસિએશન ઓળખવા

- એસોસિએશન રૂલ્સ: "જો A તો B" સંબંધો
- ફીકવ-ટ પેટર્ન: વારંવાર એક્સાથે દેખાતા આઇટમ્સ
- ક્લોસ-સેલિંગ: સંબંધિત પ્રોડક્ટ્સ રેકમેન્ડ કરવા

મેમરી ટ્રીક

"રવબ" - રિટેઇલ, વેબ, બાયોઇન્ફોર્મેટિક્સ

પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 ગુણ]

વ્યાખ્યાપિત કરો: Support and Confidence.

જવાબ

એસોસિએશન રૂલ મેટ્રિક્સ

મેટ્રિક	સૂત્ર	વર્ણન	રે-જ
Support	Support(A) = Count(A) / કુલ ટ્રાન્జેક્શન	આઇટમ્સેટ કેટલી વાર દેખાય છે	0 થી 1
Confidence	Confidence(A) = Support(A) / Support(A)	રૂલ કેટલી વાર સાચું છે	0 થી 1

Support ઉદાહરણ:

- જો આઇટમ્સેટ {બ્લેડ, દૂધ} 10 માંથી 3 ટ્રાન્જેક્શનમાં દેખાય છે
- Support = $3/10 = 0.3$ (30%)

Confidence ઉદાહરણ:

- રૂલ: “બ્લેડ → ”
- જો {બ્લેડ, દૂધ} 3 વખત દેખાય છે, બ્લેડ એકલું 5 વખત દેખાય છે
- 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 અલગોરિધમ પગલાં

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

```

flowchart LR
    A[K] --> B[K]
    B --> C[C]
    C --> D[D]
    D --> E{?}
    E --> F[F]
    E --> G[C]

```

અલગોરિધમ વિગતો:

- ડિસ્ટન્સ મેટ્રિક: સામાન્ય રીતે યુક્લિડિયન ડિસ્ટન્સ
- કન્વર્જન્સ: જ્યારે સેન્ટ્રોઇડસ નોંધપાત્ર રીતે હલવા બંધ કરે છે
- ઉદ્દેશ્ય: વિધિન-કલરસ્ટર સમ ઓફ સ્કવર્સ (WCSS) ન્યૂનતમ કરવું

ફાયદા:

- સરળ: સમજવા અને અમલીકરણ માટે સરળ
- કાર્યક્ષમ: લિનિયર ટાઈમ કોમ્પ્લેક્સિસ્ટી
- 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 કલરસ્ટર ધારે છે: અનિયમિત આકાર સાથે કામ ન કરી શકે

K પસંદ કરવું:

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

મેમરી ટ્રીક

"પસઅપ" - પસંદ K, સેન્ટ્રોઇડ 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	આંતરરાષ્ટ્ર/સારાંશ
ઉદાહરણ	વેચાણ આગાહી, સ્પામ ડિટેક્શન	કસ્ટમર સેગમેન્ટેશન, ટ્રેન એનાલિસિસ

- પ્રિડિક્ટિવ: ભવિષ્યની આગાહી કરવા માટે ઐતિહાસિક ડેટાનો ઉપયોગ કરે છે
- ડિસ્ક્રિપ્ટિવ: પેટર્ન સમજવા માટે વર્તમાન ડેટાનું વિશ્લેષણ કરે છે
- ધોય: 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	અલગોરિધમ
Classification	ઇમેઇલ ફિલ્ટરિંગ, ઇમેજ રેક્ગિશન	SVM, Random Forest, Naive Bayes
Regression	કિમત આગાહી, રિસ્ક એસેસમેન્ટ	Linear Regression, Decision Trees
Clustering	કસ્ટમર સેગમેન્ટેશન, ડેટા એક્સપ્લોરેશન	K-means, DBSCAN
Preprocessing	ડેટા કલીનિંગ, ફીચર સ્કેલિંગ	StandardScaler, LabelEncoder

• મશીન લાઈનિંગ લાઇબ્રેરી: વ્યાપક Python ટૂલિક્ટ
 • સરળ ઇન્ટીગ્રેશન: 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 વૈકાનિક કોમ્પ્યુટિંગ માટેની મૂળભૂત લાઇબ્રેરી છે, જે મોટા બહુ-પરિમાણીય એરે અને ગાણિતિક ફંક્શન્સ માટે સપોર્ટ પ્રદાન કરે છે.

NumPy લક્ષણો કોષ્ટક

લક્ષણ	વર્ણન	ફાયદો
N-dimensional Arrays	શક્તિશાળી એરે ઓફ્જેક્ટ્સ	કાર્યક્ષમ ડેટા સ્ટોરેજ
Broadcasting	વિવિધ આકારના એરે પર ઓપરેશન	લવચીક ગણિતરી
Mathematical Functions	નિકોણિયિત, લઘુગાણક, અંકડાકીય	સંપૂર્ણ ગણિત ટૂલક્ષિપ
Performance	C/Fortran માં અમલીકરણ	જડપી એક્ઝીક્યુશન
Memory Efficiency	સતત મેમરી લેઆઉટ	મેમરી વપરાશ ઘટાડવું

NumPy એપ્લિકેશન

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

mindmap
root((NumPy))

```
N{-dimensional Arrays}
Broadcasting
Mathematical Functions
```

મુખ્ય ક્ષમતાઓ:

- એરે ઓપરેશન્સ: એલિમેન્ટ-વાઇડ ઓપરેશન્સ, સ્લાઇસિંગ, ઇન્ડેક્સિંગ
- લિનિયર અલજોબ્રા: મેટ્રિક્સ ઓપરેશન્સ, eigenvalues, decompositions
- સેન્ટ્રમ નંબર જનરેશન: આંકડાકીય વિતરણ, સેમ્પલિંગ
- કૂરિયર ટ્રાન્સફોર્મ: સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ, ફીકવન્સી એનાલિસિસ

ઇન્ટીગ્રેશન:

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

મેમરી ટ્રીક

"Nડાય" - N-dimensional, જડપી, એરે, ગાણિત, વૈજ્ઞાનિક

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

બેંગિંગ પર ટૂંકી નોંધ લખો

જવાબ

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

બેંગિંગ 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 બેંગિંગ વાપરે છે

મેમરી ટ્રીક

"બટાએ" - Bootstrap, Train, Aggregate

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

Pandas લક્ષણોની ચારી આપો.

જવાબ

Pandas લક્ષણો

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

ડેટા ઓપરેશન્સ:

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

મેમરી ટ્રીક

"ડફાઇન" - DataFrame, ફાઇલ I/O, ઇન્ડેક્સિંગ, ગ્રૂપિંગ

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 ઇન્ટરાક્ટિવ વાતાવરણમાં પ્રકાશન-ગુણવત્તાવાળા આફ્ટુતિઓ બનાવે છે.

Matplotlib લક્ષણો

લક્ષણ	વર્ણન	ક્ષમતા
Plot Types	Line, bar, scatter, histogram, pie	વિવિધ વિજ્યુઅલાઇજેશન વિકલ્યો
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	નિ-પરિમાણીય વિજ્યુઅલાઇજેશન

Matplotlib એપ્લિકેશન

ડોમેન	એપ્લિકેશન	વિજ્યુઅલાઇઝેશન પ્રકાર
ડેટા સાયન્સ	એક્સપ્લોરેટરી ડેટા એનાલિસિસ	હિસ્ટોગ્રામ, સ્કેટર પ્લોટ
વૈજ્ઞાનિક સંશોધન	પ્રકાશન આફ્ટિન્યુ	લાઇન પ્લોટ, એરર બાર
બિઝનેસ ઇન્ટેલિજન્સ	ડેશબોર્ડ બનાવવું	બાર ચાર્ટ, ટ્રેન્ડ લાઇન
મશીન લાર્નિંગ	મોડેલ પરફોર્મન્સ વિજ્યુઅલાઇઝેશન	કન્ફ્યુઝન મેટ્રિક્સ, ROC કર્વ
એન્જિનિયરિંગ	સિશ્રલ એનાલિસિસ	ટાઇમ સિરિઝ, ફીકવન્સી 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: આફ્ટિની અંદર વ્યક્તિગત પ્લોટ
- Artist: આફ્ટિ પર દોરવામાં આવતું બધું (રેખાઓ, ટેક્સ્ટ, વગેરે)
- Backend: વિવિધ આઉટપુટ માટે રૈન્ડરિંગ સંભાળે છે

પ્લોટ કસ્ટમાઇઝેશન:

- રંગો/સ્ટાઇલ: વિજ્યુઅલ વિકલ્પોની વિશાળ શ્રેણી
- એનોટેશન: ટેક્સ્ટ લેબલ, એરો, લેઝેન્ડ
- સબપ્લોટ: સિંગલ આફ્ટિમાં બૃહુવિધ પ્લોટ
- લેઆઉટ: ગ્રિડ ગોઠવણી, સ્પેસિંગ કન્ટ્રોલ

ઇન્ટીગ્રેશન ફાયદા:

- NumPy એરે: ન્યુમેરિકલ ડેટાનું સીધું પ્લોટિંગ
- Pandas: બિલ્ટ-ઇન પ્લોટિંગ મેથ્યુસ
- Jupyter Notebooks: ઇનલાઇન પ્લોટ ડિસ્પ્લે
- વેબ ફેમવ્ક: 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” - બૃહુવિધ પ્લોટ, વિજ્યુઅલાઇઝેશન, ઇન્ટરેક્ટિવ, કસ્ટમાઇઝેબલ, વૈજ્ઞાનિક