

Subject Name (Gujarati)

4353201 -- Summer 2025

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

વાયરલેસ સેન્સર નેટવર્ક (WSN) ની વ્યાખ્યા આપો અને તેના મુખ્ય ઘટકોની ચાદી આપો.

જવાબ

WSN વ્યાખ્યા: વાયરલેસ સેન્સર નેટવર્ક એ અવકાશીય રીતે વિતરિત સ્વાયત્ત સેન્સર્સનો સંગ્રહ છે જે ભૌતિક અથવા પર્યાવરણીય સ્થિતિઓનું નિરીક્ષણ કરે છે અને નેટવર્ક દ્વારા સહકારી રીતે મુખ્ય સ્થાને ડેટા પસાર કરે છે.
મુખ્ય ઘટકોનું ટેબલ:

ઘટક	કાર્ય
સેન્સર નોડ્સ	પર્યાવરણીય ડેટા સંગ્રહ કરે છે
બેઝ સ્ટેશન	ડેટા સંગ્રહ અને પ્રક્રિયા કેન્દ્ર
કમ્પ્યુનિકેશન લિંક્સ	વાયરલેસ ડેટા ટ્રાન્સમિશન
ગેટવે	WSN અને બાહ્ય નેટવર્ક વચ્ચે ઇન્ટરફેસ

મેમરી ટ્રીક

"SBCG - સેન્સર્સ બેઝ કમ્પ્યુનિકેશન ગેટવે"

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

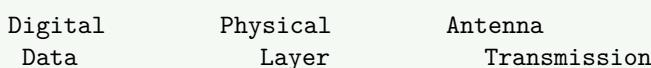
WSNs માં ફિઝિકલ લેયરની ભૂમિકા સમજાવો.

જવાબ

ફિઝિકલ લેયર કાર્યો:

- સિચ્રલ ટ્રાન્સમિશન:** વાયરલેસ કમ્પ્યુનિકેશન માટે ડિજિટલ ડેટાને રેડિયો તરંગોમાં કન્વર્ટ કરે છે
- ફીકવન્સી મેનેજમેન્ટ:** ISM બેન્ડ્સમાં કાર્ય કરે છે (2.4 GHz, 915 MHz, 433 MHz)
- પાવર કંટ્રોલ:** બેટરી લાઇફ ઓપ્ટિમાઇઝ કરવા માટે ટ્રાન્સમિશન પાવર મેનેજ કરે છે
- મોડ્યુલેશન:** ડેટા એન્કોડિંગ માટે BPSK, QPSK જેવી તકનીકોનો ઉપયોગ કરે છે

સરળ બ્લોક ડાયાગ્રામ:



મેમરી ટ્રીક

"SFPM - સિચ્રલ ફીકવન્સી પાવર મોડ્યુલેશન"

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

WSNs માં ટ્રાન્સસીવર્સ માટેની ડિજાઇન વિચારણાઓની ચર્ચા કરો.

જવાબ

મુખ્ય ડિજાઇન વિચારણાઓ:

- પાવર એફિશિયન્સી: વિસ્તૃત બેટરી લાઇફ માટે અતિ-નીચો પાવર વપરાશ
- કમ્પ્યુનિકેશન રેન્જ: રેન્જ (10m-1km) અને પાવર વપરાશ વચ્ચે સંતુલન
- ડેટા રેટ: સેન્સર એપ્લિકેશન્સ માટે સામાન્ય રીતે 20-250 kbps
- ફીકવન્સી બેન્ડ: લાઇસન્સિંગ આવશ્યકતાઓ ટાળવા માટે ISM બેન્ડ્સ
- મોડ્યુલેશન સ્કીમ્સ: ઓછા પાવર માટે OOK, FSK જેવી સરળ સ્કીમ્સ
- એન્ટેના ડિજાઇન: કોમ્પેક્ટ, ઓમનિડાયરેક્શનલ એન્ટેના
- કોસ્ટ ક્રેક્ટર: લાર્જ-સ્કેલ ડિપ્લોયમેન્ટ માટે ઓછી કિમતના ઘટકો

દ્રાન્ચીવર આંક્રિટેક્ચર:

MCU	RF Frontend	PA/LNA	Antenna
-----	----------------	--------	---------

ફ્રેડ-ઓફ્સ ટેબલ:

પેરામીટર	હાઇ પર્ફોર્માન્સ	લો પાવર
રેન્જ	લાંબી (1km)	ટુંકી (100m)
પાવર	વધારે (100mW)	ઓછી (1mW)
કિમત	મંહગું	સરસ્તું

મેમરી ટ્રીક

"PCRFMAC - પાવર કમ્પ્યુનિકેશન રેન્જ ફીકવન્સી મોડ્યુલેશન એન્ટેના કોસ્ટ"

પ્રશ્ન 1(ક) OR [૭ ગુણ]

WSN માં ઓપ્ટિમાઇઝેશન ગોલ્સ અને ફિગર્સ ઓફ મેરિટ્ને સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટિમાઇઝેશન ગોલ્સ:

- એનર્જી એફિશિયન્સી: પાવર વપરાશ ઘટાડીને નેટવર્ક લાઇફટાઇમ વધારવી
- કવરેજ: ન્યૂનતમ સેન્સર નોડ્સ સાથે સંપૂર્ણ વિસ્તાર મોનિટરિંગ સુનિશ્ચિત કરવું
- કનેક્ટિવિટી: નોડ ફેઇલવ્યુર સાથે પણ નેટવર્ક કનેક્ટિવિટી જાળવવી
- ડેટા કવોલિટી: એકનિત ડેટાની ઉત્ત્ય ચોક્સાઈ અને વિશ્વસનીયતા
- સ્કેલેબિલિટી: મોટી સંખ્યામાં નોડ્સને સપોર્ટ કરવું (100-10000)
- કોસ્ટ ઇફેક્ટિવનેસ: ડિપ્લોયમેન્ટ અને મેછનેન્સ કોસ્ટ ઘટાડવી

ફિગર્સ ઓફ મેરિટ ટેબલ:

મેરિટ	વર્ણન	સામાન્ય મૂલ્ય
નેટવર્ક લાઇફટાઇમ	પ્રથમ નોડ મૃત્યુ સુધીનો સમય	1-5 વર્ષ
કવરેજ રેશિયો	કવર કરેલું વિસ્તાર/કુલ વિસ્તાર	>95%
કનેક્ટિવિટી	કનેક્ટેડ નોડ્સ/કુલ નોડ્સ	>90%
લેટન્સી	એન્ડ-ટુ-એન્ડ વિલંબ	<1 સેકન્ડ
શુપુટ	નોડ દીઠ ડેટા રેટ	1-100 kbps

ઓપ્ટિમાઇઝેશન ટેકનિક્સ:

- કલસ્ટરિંગ: કમ્પ્યુનિકેશન ઓવરહેડ ઘટાડવું
- ડેટા ઓગ્રિગેશન: રિડન્ડન્ટ ટ્રાન્સમિશન્સ ઘટાડવા
- સ્લીપ શેડ્યુલિંગ: જરૂર ન હોય ત્યારે નોડ્સ બંધ કરવા

મેમરી ટ્રીક

"ECCDC - એનર્જી કવરેજ કનેક્ટિવિટી ડેટા કોસ્ટ"

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

WSNs માં સેન્સર MAC પ્રોટોકોલની લાક્ષણિકતાઓની યાદી આપો.

જવાબ

S-MAC પ્રોટોકોલ લાક્ષણિકતાઓ:

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
ઇયુટી સાયક્લિંગ કોલિજન એવોઈડન્સ ઓવરહિયરિંગ એવોઈડન્સ મેસેજ પાસિંગ	સમયાંતરે સ્લીપ અને વેક-અપ સાયકલ RTS/CTS મેકેનિઝમ અપ્રાસંગિક ટ્રાન્સમિશન દરમિયાન નોડ્સ સૂઈ જાય છે લાંબા મેસેજ્લુસ ફેગમેન્ટ્સમાં વિભાજિત

મેમરી ટ્રીક

"DCOM - ઇયુટી કોલિજન ઓવરહિયરિંગ મેસેજ"

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

WSNs માં એનજી-એફિશિયન્ટ રૂટિંગની વિભાવના વર્ણન કરો.

જવાબ

એનજી-એફિશિયન્ટ રૂટિંગ કોન્સેપ્ટ:

એનજી-એફિશિયન્ટ રૂટિંગ નેટવર્ક કનેક્ટિવિટી અને ડેટા ડિલિવરી જાળવીને પાવર વપરાશ ઘટાડે છે.

મુખ્ય ટેકનિક્સ:

- મલ્ટિ-હોપ કમ્પ્યુનિકેશન: ટુંકા હોપ્સ લાંબા હોપ્સ કરતાં ઓછા પાવરનો વપરાશ કરે છે
- લોડ બેલન્સિંગ: નોડ ડિપ્લીશન ટાળવા માટે ટ્રાફિક વિતરિત કરવું
- ડેટા એગ્રિગેશન: અનેક સ્થોટોમાંથી ડેટા સંયોજિત કરવું
- જિયોગ્રાફિક રૂટિંગ: કાર્યક્ષમ પાથ માટે સ્થાન માહિતીનો ઉપયોગ

એનજી મોડલ:

$$E_{tx} = E_{elec} \times k + \text{amp} \times k \times d^2$$

$$E_{rx} = E_{elec} \times k$$

રૂટિંગ સ્ટ્રેજ્યુસ ટેબલ:

સ્ટ્રેજ્યુ	પાવર સેવિંગ	ઇમિલમેન્ટેશન
શોટેસ્ટ પાથ	મધ્યમ	સરળ
મિન-એનજી	ઉંચું	જટિલ
મેક્સ-લાઇફ્ટાઈમ	ખૂબ ઉંચું	ખૂબ જટિલ

મેમરી ટ્રીક

"MLDG - મલ્ટિ-હોપ લોડ ડેટા જિયોગ્રાફિક"

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

WSNs માટે MAC પ્રોટોકોલનું વર્ગીકરણ ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.

જવાબ

MAC પ્રોટોકોલ વર્ગીકરણ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}  
{Highlighting} []
```

```

graph TD
    A[MAC] --- B[{-} {}]
    A --- C[{-} {}]
    A --- D[{-} {}]

    B --- E[CSMA/CA]
    B --- F[S{-}MAC]
    B --- G[T{-}MAC]

    C --- H[TDMA]
    C --- I[LEACH]
    C --- J[TRAMA]

    D --- K[Z{-}MAC]
    D --- L[Funneling{-}MAC]

```

{Highlighting}
{Shaded}

વિગતવાર વર્ગીકરણ:

1. કન્ટેનશન-બેઝ પ્રોટોકોલ્સ:

- CSMA/CA: ટ્રાન્સમિશન પહેલાં કેરિયર સેન્સિંગ.
- S-MAC: સ્લીપ શેડ્યુલ્સ સાથે સિંકોનાઇડ ડ્યુટી સાયકલ્સ
- T-MAC: ટ્રાફિક આધારિત એડાપ્ટિવ ડ્યુટી સાયકલ્સ

2. શેડ્યુલ-બેઝ પ્રોટોકોલ્સ:

- TDMA: નોડ્સને ટાઈમ સ્લોટ્સ ફાળવવામાં આવે છે
- LEACH: રોટેટિંગ કલસ્ટર હેડર્સ સાથે કલસ્ટર-બેઝ
- TRAMA: ટ્રાફિક-એડાપ્ટિવ મોડિયમ એક્સેસ

3. હાઇબ્રિડ પ્રોટોકોલ્સ:

- Z-MAC: CSMA અને TDMA ફાયદાઓને સંયોજિત કરે છે
- Funneling-MAC: વિવિધ નેટવર્ક રીજન્સ માટે વિવિધ પ્રોટોકોલ્સ

તુલના ટેબલ:

પ્રોટોકોલ પ્રકાર	એનજી એફિશિયન્સી	લેટ-ન્સી	સ્કેલેબિલિટી
કન્ટેનશન	મધ્યમ	ઓછું	ઉંચું
શેડ્યુલ	ઉંચું	મધ્યમ	મધ્યમ
હાઇબ્રિડ	ઉંચું	ઓછું	ઉંચું

મેમરી ટ્રીક

"CSH - કન્ટેનશન શેડ્યુલ હાઇબ્રિડ"

પ્રશ્ન 2(અ) OR [3 ગુણ]

WSNs માં એડ્રેસ મેનેજમેન્ટનો હેતુ જણાવો.

જવાબ

એડ્રેસ મેનેજમેન્ટ હેતુ:

હેતુ	વર્ણન
નોડ આઇડનિફિકેશન	દરેક સેન્સર નોડની અનન્ય ઓળખ
રૂટિંગ સપોર્ટ	કાર્યક્ષમ ડેટા ફોરવર્ડિંગ સક્ષમ કરવું
નેટવર્ક ઓર્ગનાઇઝેશન	સ્કેલેબિલિટી માટે હાયરાર્કલ એડ્રેસિંગ

મેમરી ટ્રીક

"NIR - નોડ આઇડનિફિકેશન રૂટિંગ"

પ્રશ્ન 2(બ) OR [4 ગુણ]

જિયોગ્રાફિક રૂટિંગને વિસ્તારથી સમજાવો.

જવાબ

જિયોગ્રાફિક રૂટિંગ:

જિયોગ્રાફિક રૂટિંગ ટેબલ્સ જાળવ્યા વિના ફોરવર્ડિંગ નિર્ણયો લેવા માટે ભૌતિક સ્થાન માહિતીનો ઉપયોગ કરે છે.

મુખ્ય ઘટકો:

- લોકેશન સર્વિસ: GPS અથવા લોકેલાઇઝિંગ એલ્ગોરિધમ્સ
- ગ્રીડી ફોરવર્ડિંગ: ડેરિનેશનની સૌથી નજીકના નેઇબર પાસે ફોરવર્ડ કરવું
- ફેસ રૂટિંગ: લોકલ મિનિમા પરિસ્થિતિઓ હેન્ડલ કરવી
- કોઓર્ડિનેટ સિસ્ટમ: 2D/3D પોઝિશનિંગ

ફોરવર્ડિંગ એલ્ગોરિધમ:

- .
- .
- .
- .

ફાયદાઓ/નુકસાનો:

પાસું	ફાયદો	નુકસાન
સ્કેલેબિલિટી	કોઈ રૂટિંગ ટેબલ્સ નહીં	લોકેશન ઓવરહેડ
એડાપ્ટેબિલિટી	મોબિલિટી હેન્ડલ કરે છે	લોકલ મિનિમા સમસ્યા

મેમરી ટ્રીક

"LGFC - લોકેશન ગ્રીડી ફેસ કોઓર્ડિનેટ"

પ્રશ્ન 2(ક) OR [7 ગુણ]

WSN માં LEACH પ્રોટોકોલની કાર્યપ્રણાલી સમજાવો.

જવાબ

LEACH પ્રોટોકોલ (લો-એનર્જી એડાપ્ટિવ કલસ્ટરિંગ હાયરાર્કો):

પ્રોટોકોલ તબક્કાઓ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[ ] --- B[ ]
    B --- A
    A --- C[ ]
    A --- D[ ]
    A --- E[ ]
    B --- F[ ]
    B --- G[ ]
    B --- H[ ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

વિગતવાર કાર્યપ્રણાલી:

1. સેટઅપ ફેઝ:

- કલસ્ટર હેડ સિલેક્શન: નોંડ્સ સંભાવના આધારે કલસ્ટર હેડ બનવાનું નક્કી કરે છે
- એડવર્ટાઇઝમેન્ટ: કલસ્ટર હેડ્સ એડવર્ટાઇઝમેન્ટ મેસેજુસ બ્રોડકાસ્ટ કરે છે
- કલસ્ટર ફોર્મેશન: નોન-કલસ્ટર હેડ નોંડ્સ નજીકના કલસ્ટર હેડ સાથે જોડાય છે

- શેડ્યુલ ફિચરેશન: કલસ્ટર સભ્યો માટે TDMA શેડ્યુલ બનાવવામાં આવે છે
- 2. સેટી સ્ટેપ ફેઝ:**
- ડેટા કલેક્શન: કલસ્ટર સભ્યો ડેટા એકત્રિત કરીને કલસ્ટર હેડને મોકલે છે
 - ડેટા ઓગ્રિગેશન: કલસ્ટર હેડ પ્રાપ્ત ડેટાને એકીકૃત કરે છે
 - ડેટા ટ્રાન્સમિશન: એકીકૃત ડેટા બેજ સ્ટેશનને મોકલવામાં આવે છે
- કલસ્ટર હેડ સિલેક્શન ફોર્મ્યુલા:**

$$P(n) = k / (N - k \times (r \bmod N/k))$$

જ્યાં:

k = ઇચ્છિત કલસ્ટર હેડ્સ,

N = કુલ નોંધ્સ,

r = વર્તમાન રાઉન્ડ

અનજી ફાયદાર્થો:

- લોડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન: કલસ્ટર હેડ ભૂમિકા નોંધ્સ વચ્ચે ફરે છે
- ડેટા ઓગ્રિગેશન: બેજ સ્ટેશનને ટ્રાન્સમિશન ઘટાડે છે
- શૉર્ટ રેન્જ કમ્પ્યુનિકેશન: મોટાભાગના ટ્રાન્સમિશન્સ કલસ્ટરની અંદર હોય છે

પફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:

મેટ્રિક	LEACH	ડાયરેક્ટ ટ્રાન્સમિશન
નેટવર્ક લાઇફટાઇમ	8x લાંબી	બેજલાઇન
અનજી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન	યુનિફોર્મ	અસમાન
સ્કેલેબિલિટી	ઊંચી	ઓછી

મેમરી ટ્રીક

"SSCADT - સેટઅપ સેટી કલસ્ટર ઓગ્રિગેશન ડેટા ટ્રાન્સમિશન"

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

IoT ની વ્યાખ્યા આપો અને તેના મુખ્ય સ્ત્રોતો જણાવો.

જવાબ

IoT વ્યાખ્યા: ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ એ સેન્સર્સ, સોફ્ટવેર અને કનેક્ટિવિટી સાથે એમ્બેડેડ ભૌતિક ઉપકરણોનું નેટવર્ક છે જે ડેટા એકત્રિત કરવા અને તેની આપ-લે કરવા માટે છે.

મુખ્ય સ્ત્રોતો ટેબલ:

સ્ત્રોત	વર્ણન
RFID ટેકનોલોજી	પદાર્થ ટ્રેકિંગ માટે રેડિયો ફ્રીકવન્સી આઇડેન્ટિફિકેશન
સેન્સર નેટવર્ક્સ	WSNs અને પર્યાવરણીય મોનિટરિંગ સિસ્ટમ્સ
મોબાઇલ કમ્પ્યુટિંગ	સ્માર્ટફોન્સ અને પોર્ટલ ઉપકરણો
કલાઉડ કમ્પ્યુટિંગ	સ્કેલેબલ ડેટા સ્ટોરેજ અને પ્રોસેસિંગ

મેમરી ટ્રીક

"RSMC - RFID સેન્સર મોબાઇલ કલાઉડ"

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

IoT/M2M સિસ્ટમ્સ માટે મોડિફાઇડ OSI મોડલ સમજાવો.

જવાબ

IoT માટે મોડિફાઇડ OSI મોડલ:

લેયર	પરંપરાગત OSI	IoT/M2M મોડિફિકેશન
એપ્લિકેશન	એન્ડ-યુઝર એપ્લિકેશન્સ	IoT એપ્લિકેશન્સ, ડેટા એનાલિટિક્સ
પ્રોટોકોલ	ડેટા ફોર્મટિંગ	ડેટા એગ્રિગેશન, સિમેન્ટિક પ્રોસેસિંગ
સેશન	સેશન મેનેજમેન્ટ	ડિવાઇસ મેનેજમેન્ટ, સિક્યુરિટી
ટ્રાન્સપોર્ટ	એન્ડ-ટુ-એન્ડ ડિલિવરી	વિશ્વસનીય/અવિશ્વસનીય ડિલિવરી (UDP/TCP)
નેટવર્ક	રૂટિંગ	IPv6, 6LoWPAN, RPL રૂટિંગ
ડેટા લિંક	ફેમ ડિલિવરી	IEEE 802.15.4, વાઇફાઇ, બ્લૂટૂથ
ફિલ્ડ લિંક	બિટ ટ્રાન્સમિશન	રેડિયો, ઓપ્ટિકલ, વાર્યુટ ટ્રાન્સમિશન

IoT-સ્પેસિફિક મોડિફિકેશન્સ:

- **6LoWPAN:** લો-પાવર વાયરલેસ પર્સનલ એરિયા નેટવર્ક્સ પર IPv6
- **CoAP:** રિસોર્સ-લિમિટેડ ડિવાઇસીસ માટે કન્સ્ટ્રેઇન્ડ એપ્લિકેશન પ્રોટોકોલ
- **MQTT:** લાઇટવેઇટ કમ્યુનિકેશન માટે મેસેજ ક્યુંગ ટેલીમેટ્રી ટ્રાન્સપોર્ટ

પ્રોટોકોલ સ્ટેક ઉદાહરણ:

```

IoT Application
  CoAP/MQTT
    UDP
      6LoWPAN
        IEEE 802.15.4
  
```

મેમરી ટ્રીક

"સિક્સ-લેયર લો-પાવર WAN - 6LoWPAN"

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

IoT સિસ્ટમના મુખ્ય ઘટકોની આફૂત સાથે ચર્ચા કરો.

જવાબ

IoT સિસ્ટમ આર્કિટેક્ચર:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
  A[ / ] --{-{-}{}}--> B[ ]
  B --{-{-}{}}--> C[ / ]
  C --{-{-}{}}--> D[ ]
  D --{-{-}{}}--> E[ ]
  E --{-{-}{}}--> F[ ]
  F --{-{-}{}}--> G[ ]
  H[ ] --{-{-}{}}--> A
  I[ ] --{-{-}{}}--> B
  J --{-{-}{}}--> C
  K --{-{-}{}}--> D
{Highlighting}
{Shaded}
  
```

મુખ્ય ઘટકો:

1. ડિવાઇસ લેયર:

- સેન્સર્સ: તાપમાન, બેજ, ગતિ, પ્રકાશ સેન્સર્સ
- એક્ચ્યુએટર્સ: કંટ્રોલ માટે મોટર્સ, રિલે, વાલ્વ
- માઇક્રોકોલર્સ: ESP32, Arduino, Raspberry Pi
- કમ્પ્યુનિકેશન મોડ્યુલ્સ: વાઇફાઈ, બ્લૂટૂથ, LoRa, સેલ્ફ્યુલર

2. કનેક્ટિવિટી લેયર:

- ગેટવે: પ્રોટોકોલ ટ્રાન્સલેશન અને ડેટા એગ્રિગેશન
- નેટવર્ક ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર: ઇન્ટરનેટ, સેલ્ફ્યુલર, સેટેલાઇટ
- કમ્પ્યુનિકેશન પ્રોટોકોલ્સ: HTTP, MQTT, CoAP, WebSocket

3. ડેટા પ્રોસેસિંગ લેયર:

- ક્લાઉડ પ્લેટફોર્મ્સ: AWS IoT, Azure IoT, Google Cloud IoT
- એજ કમ્પ્યુટિંગ: લોકલ ડેટા પ્રોસેસિંગ અને ફિલ્ટરિંગ
- ડેટા સ્ટોરેજ: ટાઇમ-સિરીઝ ડેટાબેસીસ, NoSQL ડેટાબેસીસ

4. એપ્લિકેશન લેયર:

- એનાલિટિક્સ ઓન્જિન: રીઅલ-ટાઇમ અને બેચ પ્રોસેસિંગ
- મશીન લર્નિંગ: પ્રેડિક્ટિવ એનાલિટિક્સ અને પેટર્ન રેક્ચિશન
- APIs: ડેટા એક્સેસ માટે RESTful સેવાઓ

5. બિઝનેસ લેયર:

- યુગર ઇન્ટરફેસીસ: વેબ ડેશબોર્ડ્સ, મોબાઇલ એપ્સ
- બિઝનેસ લોજિક: રૂલ્સ ઓન્જિન્સ અને વર્કફ્લો મેનેજમેન્ટ
- ઇન્ટિગ્રેશન: ERP, CRM સિસ્ટમ ઇન્ટિગ્રેશન

ઘટક કાર્યો ટેબલ:

ઘટક	ઇનપુટ	પ્રોસેસિંગ	આઉટપુટ
સેન્સર્સ	ભૌતિક પેરામીટર્સ	એનાલોગ ટુ ડિજિટલ	ડિજિટલ ડેટા
ગેટવે	સેન્સર ડેટા	પ્રોટોકોલ કન્વર્જન	નેટવર્ક પેકેટ્સ
ક્લાઉડ	કાર્યો ડેટા	સ્ટોરેજ અને એનાલિટિક્સ	પ્રોસેસડ માહિતી
એપ્લિકેશન્સ	પ્રોસેસડ ડેટા	બિઝનેસ લોજિક	યુગર એક્શન્સ

ડેટા ફ્લો:

\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow

મેમરી ટ્રીક

“DCDA-B - ડિવાઇસ કનેક્ટિવિટી ડેટા એપ્લિકેશન બિઝનેસ”

પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

IOT અમલીકરણની ત્રાણ પડકારોની યાદી આપો.

જવાબ

IOT અમલીકરણ પડકારો:

પડકાર	વર્ણન
સિક્યુરિટી અને પ્રાઇવસી	ડેટા અને ડિવાઇસ એક્સેસનું સુરક્ષાશ
ઇન્ટરઅ૱પરેબિલિટી	વિવિધ પ્રોટોકોલ્સ અને સ્ટાન્ડર્ડ્સ
સ્કેલેબિલિટી	લાખો કનેક્ટેડ ડિવાઇસીસનું મેનેજમેન્ટ

મેમરી ટ્રીક

“SIS - સિક્યુરિટી ઇન્ટરઅ૱પરેબિલિટી સ્કેલેબિલિટી”

પ્રશ્ન 3(બ) OR [4 ગુણ]

IOT પાછળની ટેકનોલોજીને ઉદાહરણો સાથે વર્ણન કરો.

જવાબ

મુખ્ય ટેકનોલોજીઓ:

1. સેન્સિંગ ટેકનોલોજી:

- MEMS સેન્સર્સ: એક્સેલેરોમીટર્સ, ગાયરોસ્કોપ્સ
- એન્વાયરન્મેન્ટલ સેન્સર્સ: તાપમાન, ભેજ (DHT22)
- બાયોમેટ્રિક સેન્સર્સ: હાઈટેચ, ફિંગરપ્રિન્ટ
- ઉદાહરણ: તાપમાન સેન્સરનો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ થમ્પાર્ટેટ

2. કમ્પ્યુનિકેશન ટેકનોલોજી:

- શૉર્ટ રેન્જ: બ્લૂટૂથ, વાઇફાઇ, Zigbee
- લોંગ રેન્જ: LoRaWAN, સેલ્ફુલર (4G/5G), સેટેલાઇટ
- ઉદાહરણ: લોકલ કંટ્રોલ માટે વાઇફાઇનો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ હોમ

3. કમ્પ્યુટિંગ ટેકનોલોજી:

- માઇકોકંપ્લોઝર્સ: ESP32, Arduino Uno
- રિસ્પોન્ડર કમ્પ્યુટર્સ: Raspberry Pi
- ઉદાહરણ: NodeMCU નો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ ઇરિગેશન

4. ક્લાઉડ ટેકનોલોજી:

- પ્લેટફોર્મ્સ: AWS IoT Core, Microsoft Azure IoT
- સેવાઓ: ડેટા એનાલિટિક્સ, મશીન લર્નિંગ
- ઉદાહરણ: AWS IoT નો ઉપયોગ કરીને ઇન્ડસ્ટ્રિયલ મોનિટરિંગ

ટેકનોલોજી સ્ટેક ઉદાહરણ:

Cloud (AWS)

WiFi Network

ESP32 MCU

DHT22 Sensor

મેમરી ટ્રીક

"SCCC - સેન્સિંગ કમ્પ્યુનિકેશન કમ્પ્યુટિંગ ક્લાઉડ"

પ્રશ્ન 3(ક) OR [7 ગુણ]

IoT માં M2M કમ્પ્યુનિકેશનની ભૂમિકા ઉદાહરણ એપ્લિકેશન સાથે સમજાવો.

જવાબ

IoT માં M2M કમ્પ્યુનિકેશન:

મશીન-તુ-મશીન (M2M) કમ્પ્યુનિકેશન માનવી હસ્તક્ષેપ વિના ઉપકરણો વચ્ચે સ્વયંચાલિત ડેટા આપ-લે સક્ષમ કરે છે.

મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:

- સ્વાયત્ત ઓપરેશન: માનવી ઇનપુટ વિના ઉપકરણો વાતચીત કરે છે
- રીએલ-ટાઇમ રિસ્પોન્સ: ડેટા આપ-લે આધારિત તત્ત્વાલિક કિયા
- સ્કેલેબલ આર્કિટેક્ચર: હજારો કનેક્ટેડ ઉપકરણો માટે સપોર્ટ
- વિશ્વસનીય કમ્પ્યુનિકેશન: ગેરેન્ટીડ મેસેજ ડિલિવરી

M2M આર્કિટેક્ચર:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ 1 ] --- B[M2M]
    C[ 2 ] --- B
    D[ 3 ] --- B
    B --- E[M2M]
    E --- F[ ]
    F --- G[ ]
```

{Highlighting}

{Shaded}

કમ્યુનિકેશન પ્રોટોકોલ્સ:

- MQTT: લાઇટવેઇટ પબ્લિશ-સબ્સકાઇબ મેસેજિંગ
- CoAP: મર્ગદરિત ઉપકરણો માટે કન્સ્ટ્રોઇન્ડ એપ્લિકેશન પ્રોટોકોલ
- HTTP/REST: વેબ-આધારિત કમ્યુનિકેશન
- WebSocket: રીઅલ-ટાઇમ બાઇડાયરેક્શનના કમ્યુનિકેશન

ઉદાહરણ એપ્લિકેશન: સ્માર્ટ સ્ટ્રીટ લાઇટિંગ સિસ્ટમ

સિસ્ટમ ઘટકો:

- સ્માર્ટ LED લાઇટ્સ: વ્યક્તિગત કંટ્રોલેબલ સ્ટ્રીટ લાઇટ્સ
- મોશન સેન્સર્સ: પદ્યાત્રી અને વાહન ચળવણ શોધે છે
- લાઇટ સેન્સર્સ: આસપાસના પ્રકાશ સ્તરને માપે છે
- સેન્ટ્રલ કંટ્રોલર: સંપૂર્ણ લાઇટિંગ નેટવર્કનું મેનેજમેન્ટ કરે છે

M2M કમ્યુનિકેશન ફોલો:

- .
- Zigbee
- " "
- .
- .
- .

આ એપ્લિકેશનમાં M2M ફાયદાઓ:

- અનજી એફિશિયન્સી: ડોઈ એક્ઝિટિવી ન હોય ત્યારે લાઇટ્સ ડિમ થાય છે
- પ્રેડિક્ટિવ મેઇન્ટેનન્સ: લાઇટ્સ તેમની હેલ્થ સ્ટેટ્સ રિપોર્ટ કરે છે
- એડાપ્ટિવ કંટ્રોલ: સિસ્ટમ ટ્રાફિક પેટર્ન શીખે છે
- કોસ્ટ રિદ્કશન: પરંપરાગત લાઇટિંગ કરતાં 60% અનજી સેવિંગ્સ

કમ્યુનિકેશન પ્રોટોકોલ સ્ટેક:

Application	Smart Lighting Control
MQTT	Message Protocol
TCP	Transport Layer
Cellular/WiFi	Network Layer

પફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ:

મેટ્રિક	પરંપરાગત	M2M સ્માર્ટ સિસ્ટમ
અનજી વપરાશ	100%	40%
મેઇન્ટેનન્સ કોસ્ટ	ઊંચું	ઓછું (પ્રેડિક્ટિવ)
રિસ્પોન્સ ટાઇમ	મેન્યુઅલ (કલાકો)	સ્વયંચાલિત (રોક-ડો)
લવચીકરણ	નિશ્ચિત શેડ્યુલ	એડાપ્ટિવ

મેમરી ટ્રીક

“ARSR - સ્વાયત્ત રીઅલ-ટાઇમ સ્કેલેબલ વિશ્વસનીય”

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

IoT માં વપરાતા ત્રણ એપ્લિકેશન લેયર પ્રોટોકોલ્સના નામ આપો.

જવાબ

IoT એપ્લિકેશન લેયર પ્રોટોકોલ્સ:

પ્રોટોકોલ	હેતુ
MQTT	લાઇટવેઇટ પબ્લિશ-સબ્સકાઇબ મેસેજિંગ
CoAP	રિસોર્સ-લિમિટેડ ડિવાઇસીસ માટે કન્સ્ટ્રેઇન્ડ એપ્લિકેશન પ્રોટોકોલ
HTTP/HTTPS	વેબ-આધારિત RESTful કમ્યુનિકેશન

મેમરી ટ્રીક

“MCH - MQTT CoAP HTTP”

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

IoT સિસ્ટમ્સમાં MQTT ની ભૂમિકા સમજાવો.

જવાબ

MQTT (મેસેજ ક્યુઝિંગ ટેલીમેટ્રી ટ્રાન્સપોર્ટ) ભૂમિકા:

MQTT એ મધ્યરીદિત સંસાધનો સાથેના IoT ઉપકરણો માટે ડિજાઇન કરેલ લાઇટવેઇટ પબ્લિશ-સબ્સકાઇબ મેસેજિંગ પ્રોટોકોલ છે.

મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:

- પબ્લિશ-સબ્સકાઇબ મોડલ: ઉપકરણો વરચે ડિકપલ કમ્યુનિકેશન
- કવોલિટી ઓફ સર્વિસ: મેસેજ ડિલિવરી માટે ત્રણ સ્તરો (0, 1, 2)
- પર્સિસ્ટન્ટ સેશન્સ: કનેક્શન સ્ટેટ જાળવે છે
- લાસ્ટ વિલ ટેસ્ટામેન્ટ: ડિવાઇસ ડિસ્કનેક્ટ થાય ત્યારે સ્વયંચાલિત નોટિફિકેશન

MQTT આર્કિટેક્ચર:

Publisher (Sensor)	Broker (Server)	Subscriber (Display)
-----------------------	--------------------	-------------------------

QoS સ્તરો:

સ્તર	વર્ણન	ઉપયોગ
QoS 0	વધુમાં વધુ એક વખત ડિલિવરી	બિન-જટિલ ડેટા
QoS 1	ઓછામાં ઓછું એક વખત ડિલિવરી	મહત્વપૂર્ણ ડેટા
QoS 2	બરાબર એક વખત ડિલિવરી	જટિલ કમાન્ડ્સ

IoT માં ફ્રાયદાઓ:

- લો બેન્ડવિથ: ન્યૂનતમ પ્રોટોકોલ ઓવરહેડ
- બેટરી એફિશિયન્ટ: લો-પાવર ડિવાઇસીસ માટે ઓપ્ટિમાઇઝડ
- સ્કેલેબલ: હજારો સમાંતર કનેક્શન્સને સપોર્ટ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

“PQPL - પબ્લિશ QoS પર્સિસ્ટન્ટ લાસ્ટ-વિલ”

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

NodeMCU નો ઉપયોગ કરીને તાપમાન સેન્સર ડેટા વાંચીને કલાઉડ પ્લેટફોર્મ પર ટ્રાન્સમિટ કરવા માટે સિસ્ટમ ડિજાઇન કરો.

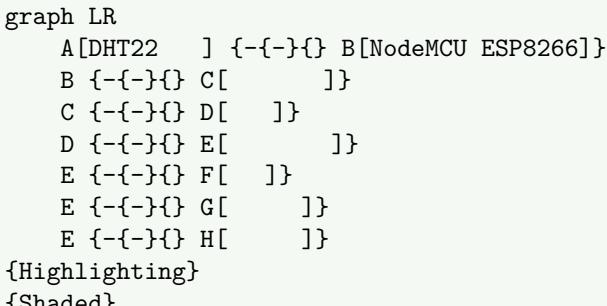
જવાબ

સિસ્ટમ ડિજાઇન: તાપમાન મોનિટરિંગ સિસ્ટમ

સિસ્ટમ આર્કિટેક્ચર:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
```



હાર્ડવેર ઘટકો:

- NodeMCU ESP8266: વાઇફાઈ ક્ષમતા સા�ે માઇકોન્ટ્રોલર
- DHT22 સેન્સર: ડિજિટલ તાપમાન અને ભેજ સેન્સર
- બ્રેડબોર્ડ અને જમ્બર વાયર્સ: કનેક્શન્સ માટે
- પાવર સપ્લાય: USB અથવા બાણી 5V સપ્લાય

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:

NodeMCU ESP8266	DHT22 Sensor
3.3V	VCC
GND	GND
D4	DATA

સોફ્ટવેર અમલીકરણાં:

Arduino કોડ (સરળીકૃત):

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <DHT.h>
#include <PubSubClient.h>

#define DHT_PIN D4
#define DHT_TYPE DHT22

DHT dht(DHT_PIN, DHT_TYPE);
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    dht.begin();
    WiFi.begin("SSID", "PASSWORD");
    client.setServer("mqtt.broker.com", 1883);
}

void loop() {
    float temp = dht.readTemperature();
    float hum = dht.readHumidity();

    String payload = "{\"temperature\":"+String(temp)+",\"humidity\":"+String(hum)+"}";

    client.publish("sensor/data", payload.c_str());
    delay(30000); // 30
}

```

ક્લાઉડ પ્લેટફોર્મ સેટઅપ (AWS IoT):

1. ડિવાઇસ રજિસ્ટ્રેશન: IoT ડિવાઇસ સર્ટિફિકેટ બનાવવું
2. ટોપિક કન્ફિગરેશન: ડેટા માટે MQTT ટોપિક્સ સેટ કરવા
3. રૂલ્સ ઓન્જિન: આવતા ડેટાને પ્રોસેસ અને રટ કરવું
4. ડેટાબેસ સ્ટોરેજ: DynamoDB/TimeStream માં ડેટા સ્ટોર કરવો
5. API ગેટવે: ડેટા એક્સેસ માટે REST APIs બનાવવા

ડેટા ફ્લો:

DHT22 → NodeMCU → → AWS IoT → →

સિસ્ટમ ફીચર્સ:

- રીએલ-ટાઇમ મોનિટરિંગ: દર 30 સેકન્ડ તાપમાન ડેટા
- હિસ્ટોરિકલ ડેટા: ટ્રેન એનાલિસિસ માટે ડેટા સ્ટોર કરવો
- અલર્ટ્સ: તાપમાન થ્રેશહોલ્ડ વટાવે ત્યારે ઈમેઇલ/SMS
- રિમોટ એક્સેસ: વેબ/મોબાઇલ દ્વારા ગમે ત્યાંથી ડેટા જોવો

પફોર્મ-સ સ્પેસિફિકેશન્સ:

પેરામીટર	સ્પેસિફિકેશન
ઓક્સાઈઝ	±0.5, ±2%
રેન્જ	-4080
અપડેટ રેટ	30 સેકન્ડ
પાવર વપરાશ	70mA સંકિય, 20mA ડીપ સ્લીપ
વાઇફાઇ રેન્જ	50-100 મીટર

કોસ્ટ એનાલિસિસ:

ઘટક	કિંમત (USD)
NodeMCU ESP8266	\$3
DHT22 સેન્સર	\$5
વિવિધ	\$2
કુલ હાર્ડવેર	\$10
કલાઉડ સર્વિસ	\$5/મહિનો

મેમરી ટ્રીક

“HSCDP - હાર્ડવેર સોફ્ટવેર કલાઉડ ડેટા પ્લેટફોર્મ”

પ્રશ્ન 4(અ) OR [3 ગુણ]

IoT એપ્લિકેશન્સમાં વપરાતા સેન્સરના પ્રકારોની યાદી આપો.

જવાબ

IoT સેન્સર પ્રકારો:

સેન્સર પ્રકાર	માપણ
તાપમાન	આસપાસ અને સપાટીનું તાપમાન
મોશન/PIR	હિલચાલ અને હાજરી શોધવી
લાઇટ/LDR	આસપાસના પ્રકાશની તીવ્રતા

મેમરી ટ્રીક

“TML - તાપમાન મોશન લાઇટ”

પ્રશ્ન 4(બ) OR [4 ગુણ]

IoT સિસ્ટમના સિક્યુરિટી પડકારોની ચર્ચા કરો.

જવાબ

IoT સિક્યુરિટી પડકારો:

- ડિવાઇસ-લેવલ સિક્યુરિટી:

- નબળી ઓથેન્ટિકેશન: ડિફોલ્ટ પાસવર્ડ્સ અને નબળું એક્સેસ કંટ્રોલ
- ક્રમવેર વલનરેબિલિટી: પૈચ ન કરેલા સિક્યુરિટી ખામીઓ
- ફિજિકલ સિક્યુરિટી: ડિવાઇસ ટેમપરિંગ અને ચોરી
- રિસર્વ કન્સ્ટ્રીટ્યુન્ટ્સ: એન્ક્રિપ્શન માટે મર્યાદિત પ્રોરેસિંગ પાવર

2. નેટવર્ક-લેવલ સિક્યુરિટી:

- ડેટા ટ્રાન્સમિશન: અનએન્ક્રિપ્ટેડ કમ્યુનિકેશન ચેનલ્સ
- નેટવર્ક પ્રોટોકોલ્સ: વાયરલેસ પ્રોટોકોલ્સમાં વલનરેબિલિટી
- મેન-ઇન-ધ-પિડલ: કમ્યુનિકેશનનું ઇન્ટરસેપ્શન
- DDoS હુમલાઓ: નેટવર્ક ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચરને ઓવરહેલ્પ કરવું

3. કલાઉડ-લેવલ સિક્યુરિટી:

- ડેટા પ્રાઇવસી: સ્ટોર કરેલા ડેટાનું અનાથોરાઇઝડ એક્સેસ
- API સિક્યુરિટી: એપ્લિકેશન ઇન્ટરફેસમાં વલનરેબિલિટી
- આઇડેન્ટિટી મેનેજમેન્ટ: નબળું યુઝર ઓથેન્ટિકેશન અને આથોરાઇઝેશન
- ડેટા બ્રીચીસ: લાર્જ-સ્કેલ ડેટા ચારી

સિક્યુરિટી સોલ્યુશન્સ ટેબલ:

પડકાર	સોલ્યુશન
નબળી ઓથેન્ટિકેશન	મજબૂત પાસવર્ડ્સ, માલિટિ-ફેક્ટર ઓથેન્ટિકેશન
ડેટા ટ્રાન્સમિશન	એન્ડ-ટુ-એન્ડ એન્ક્રિપ્શન (TLS/SSL)
ક્રમવેર અપડેટ્સ	સિક્યોર OTA અપડેટ મેનેજમેન્ટ
એક્સેસ કંટ્રોલ	રોલ-બેઝ્ડ પરમિશન્સ

મેમરી ટ્રીક

“DNCI - ડિવાઇસ નેટવર્ક કલાઉડ આઇડેન્ટિટી”

પ્રશ્ન 4(ક) OR [૭ ગુણ]

મોબાઇલ એપ દ્વારા Raspberry Pi નો ઉપયોગ કરીને બલ્બને કંટ્રોલ કરવા માટે બ્લોક ડાયાગ્રામ દીરો અને બ્લોક્સને વિસ્તારથી સમજાવો.

જવાબ

સ્માર્ટ બલ્બ કંટ્રોલ સિસ્ટમ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] {-{-}{}} B[ / ]
    B {-{-}{}} C[ ]
    C {-{-}{}} D[Raspberry Pi]
    D {-{-}{}} E[ ]
    E {-{-}{}} F[AC ]
    G[ ] {-{-}{}} D
    H[GPIO ] {-{-}{}} D
    I[ ] {-{-}{}} D
    I {-{-}{}} E
{Highlighting}
{Shaded}
```

વિગતવાર બ્લોક સમજૂતી:

1. મોબાઇલ એપ્લિકેશન:

- પ્લેટફોર્મ: એન્ડ્રોઇડ/iOS નેટિવ એપ અથવા વેબ એપ
- ઇન્ટરફેસ: ON/OFF બટન્સ, ડિમ્બિંગ, સ્લાઇડર, શોક્યુલિંગ
- કમ્યુનિકેશન: Raspberry Pi વેબ સર્વરને HTTP રિક્વેસ્ટ્સ
- ફીચર્સ: રીઅલ-ટાઈમ રેટેસ્ટ, ટાઈમર કંટ્રોલ્સ, વોઇસ કમાન્ડ્સ

2. ઇન્ટરનેટ/વાઇફાઇ નેટવર્ક:

- લોકલ નેટવર્ક: લોકલ કંટ્રોલ માટે હોમ વાઇફાઇ રાઉટર

- ઇન્ટરનેટ: પોર્ટ ફોરવર્ડિંગ અથવા VPN દ્વારા રિમોટ એક્સેસ
- પ્રોટોકોલ્સ: વેબ કમ્યુનિકેશન માટે HTTP/HTTPS
- સિક્યુરિટી: WPA2/WPA3 એન્ક્રિપ્શન

3. હોમ રાઉટર:

- કાર્ય: નેટવર્ક ગેટવે અને DHCP સર્વર
- પોર્ટ ફોરવર્ડિંગ: Raspberry Pi માટે બાધ એક્સેસ
- ફાયરવોલ: હોમ નેટવર્ક માટે સિક્યુરિટી
- QoS: ટ્રાફિક પ્રાઇઓરિટાઇઝેશન

4. Raspberry Pi કંટ્રોલર:

- મોડલ: વાઇફાઈ ક્ષમતા સાથે Raspberry Pi 4B
- OS: Raspberry Pi OS (Linux-આધારિત)
- વેબ સર્વર: કંટ્રોલ ઇન્ટરફેસ સર્વ કરતું Flask/Apache
- GPIO કંટ્રોલ: હાર્ડવેર કંટ્રોલ માટે Python લાયબ્રેરીઓ

5. રિલે મોડ્યુલ:

- પ્રકાર: 5V સિંગલ-ચેનલ રિલે મોડ્યુલ
- કાર્ય: ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન અને AC સ્વિચિંગ
- કંટ્રોલ સિગનલ: Raspberry Pi થી 3.3V GPIO
- સેફ્ટી: ઓપોટોકપલર આઇસોલેશન

6. AC બલ્બ:

- પ્રકાર: સ્ટાન્ડર્ડ 230V AC ઇન્કન્ડેસન્/LED બલ્બ
- પાવર: 100W ક્ષમતા સુધી
- કંટ્રોલ: રિલે દ્વારા ON/OFF સ્વિચિંગ
- કનેક્શન: રિલે કોન્ટક્ટ્સ દ્વારા સીરીજ કનેક્શન

સિસ્ટમ ઓપરેશન ફ્લો:

Mobile App	Raspberry Pi	Relay Module	AC Bulb
Tap ON	Web Server Process Request	GPIO=HIGH	Bulb ON
Tap OFF		GPIO=LOW	Bulb OFF

સોફ્ટવેર ઘટકો:

Python કોડ (સરળીકૃત):

```
import RPi.GPIO as GPIO
from flask import Flask, request, jsonify

app = Flask(__name__)
RELAY_PIN = 18
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(RELAY_PIN, GPIO.OUT)

@app.route('/bulb/state')
def control_bulb(state):
    if state == 'on':
        GPIO.output(RELAY_PIN, GPIO.HIGH)
        return jsonify({'status': {'ON'}})
    elif state == 'off':
        GPIO.output(RELAY_PIN, GPIO.LOW)
        return jsonify({'status': {'OFF'}})

if __name__ == '__main__':
    app.run(host='0.0.0.0', port=5000)
```

મોબાઇલ એપ ઇન્ટરફેસ:

- કનેક્શન: Pi ના IP એડ્રેસ પર HTTP રિક્વેસ્ટ્સ
- URL ફીર્મેટ: <http://192.168.1.100:5000/bulb/on>
- રિસ્પોન્સ: JSON સ્ટેટ્સ કન્ફર્મેશન
- UI એલિમેન્ટ્સ: ટોગલ સ્વિચ, સ્ટેટ્સ ઇન્ડિકેટર

હાર્ડવેર કનેક્શન્સ:

Raspberry Pi	રિલે મોડ્યુલ	AC સર્કિટ
GPIO 18	IN	-
5V	VCC	-
GND	GND	-
-	COM	લાઇવ વાયર
-	NO	બલ્બ લાઇવ

સેફ્ટી વિચારણાઓ:

- ઇલેક્ટ્રિક આઇસોલેશન: રિલે ગેલ્વેનિક આઇસોલેશન પ્રદાન કરે છે
- ચોગ્ય વાયરિંગ: ઇલેક્ટ્રિક સેફ્ટી કોડ્સનું પાલન કરવું
- એન્કલોજર: કનેક્શનને ભેજથી સુરક્ષિત કરવા
- સર્કિટ બેકર: સેફ્ટી માટે AC સર્કિટમાં સમાવેશ

સિસ્ટમ ફાયદાઓ:

- રિમોટ કંટ્રોલ: ઇન્ટરનેટ સાથે ગમે ત્યાંથી એક્સેસ
- શેડ્યુલિંગ: સ્વયંચાલિત ON/OFF ટાઈમર્સ
- એનજ્ઞ મોનિટરિંગ: પાવર વપરાશ ટ્રેક કરવું
- વોઇસ કંટ્રોલ: Alexa/Google Assistant સાથે ઇન્ટિગ્રેશન
- મલ્ટિપલ બલ્બ્સ: અનેક ઉપકરણોને કંટ્રોલ કરવા માટે વિસ્તૃત કરી શકાય

કોસ્ટ બેકડાઉન:

ઘટક	કિંમત (USD)
Raspberry Pi 4B	\$35
રિલે મોડ્યુલ	\$3
જમ્પર વાયર્સ	\$2
એન્કલોજર	\$5
કુલ	\$45

મેમરી ટ્રીક

"MIHRBA - મોબાઇલ ઇન્ટરનેટ હોમ-રાઉટર રાસ્પબેરી-પાઇ રિલે બલ્બ"

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

IoT એપ્લિકેશનને વ્યાપક શ્રેણીઓમાં વર્ગીકૃત કરો.

જવાબ

IoT એપ્લિકેશન શ્રેણીઓ:

શ્રેણી	વર્ણન
કન્યુમર IoT	સ્માર્ટ હોમ્સ, વિચરેબલ્સ, મનોરંજન
ઇન્ડસ્ટ્રિયલ IoT	મેન્યુફ્કચરિંગ, સપ્લાય ચેઇન, પ્રોડિક્ટિવ મેઇન્ટેનન્સ
ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર IoT	સ્માર્ટ સિટીઝ, ટ્રાન્સપોર્ટેશન, યુટિલિટીઝ

મેમરી ટ્રીક

"CII - કન્યુમર ઇન્ડસ્ટ્રિયલ ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર"

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

IoT નો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશન સિસ્ટમની કાર્યપ્રણાલી સમજાવો.

જવાબ

સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશન સિસ્ટમ:

સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશન હોમ ફંક્શનનું કેન્દ્રીકૃત કંટ્રોલ અને ઇન્ટેલિજન્ટ ઓટોમેશન પ્રદાન કરવા માટે વિવિધ IoT ઉપકરણોને એકીકૃત કરે છે.

સિસ્ટમ ઘટકો:

- સેન્ટ્રલ હબ: સ્માર્ટ હોમ કંટ્રોલર (જેમ કે Amazon Echo, Google Home)
- સેન્સર્સ: મોશન, તાપમાન, લાઇટ, દરવાજા/બારી સેન્સર્સ
- એક્ચ્યુએટર્સ: સ્માર્ટ સ્વિચીસ, થર્માર્ટેટ્સ, દરવાજાના તાળાઓ, કેમેરા
- કમ્પ્યુનિકેશન: વાઇફાઇ, Zigbee, Z-Wave પ્રોટોકોલ્સ

કાર્યસિદ્ધાંત:



ઓટોમેશન ઉદાહરણો:

- સિક્યુરિટી: મોશન સેન્સર્સ લાઇટ્સ અને કેમેરા ટ્રિગાર કરે છે
- એનજ્ઞેન્ચ: તાપમાન સેન્સર્સ HVAC સિસ્ટમ્સ કંટ્રોલ કરે છે
- સુવિધા: વોઇસ કમાન્ડ્સ અનેક ઉપકરણોને કંટ્રોલ કરે છે
- સફ્ટવેર: સ્મોક ડિટેક્ટર્સ અલાર્મ અને નોટિફિકેશન્સ ટ્રિગાર કરે છે

ફાયદાઓ:

- એનજ્ઞેન્ચ એફિષિયન્સી: પાવર વપરાશમાં 20-30% ઘટાડો
- સિક્યુરિટી: રીઅલ-ટાઈમ મોનિટરિંગ અને અલર્ટ્સ
- સુવિધા: રિમોટ કંટ્રોલ અને ઓટોમેશન
- કોસ્ટ સેવિંગ્સ: ઘટાડેલા યુટિલિટી બિલ્સ અને ઇન્શુરન્સ પ્રીમિયમ્સ

મેમરી ટ્રીક

"HCSA - હબ કમ્પ્યુનિકેશન સેન્સર્સ એક્ચ્યુએટર્સ"

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

IoT આધારિત હેલ્થકેર મોનિટરિંગ સિસ્ટમ માટે બ્લોક ડાયાગ્રામ અને કાર્યસિદ્ધાંત સૂચવો.

જવાબ

IoT હેલ્થકેર મોનિટરિંગ સિસ્ટમ:
સિસ્ટમ આક્ટિવેટ્સ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ / ]
    C[ ] --- B
    D[ ] --- B
    B --- E[ / ]
    E --- F[ ]
    F --- G[ /AI]
    F --- H[ ]
    F --- I[ ]
    G --- J[ ]
  
```

```

H {-{-}{}} J}
I {-{-}{}} K[      ]
I {-{-}{}} L[      ]
I {-{-}{}} M[      ]

N[    IoT      ] {-{-}{}} B}
{Highlighting}
{Shaded}

```

વિગતવાર ઘટકો:

1. પેશન્-સાઇડ ડિવાઇસીસ:

વિયરેબલ સેન્સર્સ:

- સ્માર્ટવોચ: હાઈ રેટ, એક્ટિવિટી ટ્રેકિંગ, ECG
- ફિટનેસ બેન્ડસ: સ્ટેપસ, સ્લીપ પેટ-ર્સ, કેલરીજ
- સ્માર્ટ પેચીસ: કન્ટિન્યુઆસ ગલુડોઝ મોનિટરિંગ, તાપમાન
- સ્માર્ટ કપડાં: જ્વસન દર, પોસ્ટ્યર મોનિટરિંગ

હોમ મોનિટરિંગ ડિવાઇસીસ:

- સ્માર્ટ બ્લડ પ્રેશર મોનિટર: ટાઇમસ્ટેમ્પ્સ સાથે ઓટોમેટિક રીડિંગ્સ
- સ્માર્ટ વેંધિંગ સ્કેલ: બોડી કમ્પોઝિશન એનાલિસિસ
- સ્માર્ટ થમોસ્પેન્સીટર: નોન-કોન્ટેક્ટ તાપમાન માપણ
- સ્માર્ટ પિલ ડિસ્પેન્સર: દવા પાલન ટ્રેકિંગ

એન્વાયરન્મેન્ટલ સેન્સર્સ:

- એર કવોલિટી મોનિટર: PM2.5, CO2, ભેજ સ્તરો
- સ્માર્ટ બેન્ડસ: સ્લીપ કવોલિટી એનાલિસિસ
- ફોલ ડિટેક્શન: એક્સેલેરોમેટર-આધારિત ઇમર્જન્સી ડિટેક્શન

2. કાગ્યનિકિશન લેયર:

- સ્માર્ટફોન ગેટવે: ડેટા એગ્રિગેશન અને ટ્રાન્સમિશન
- બ્લૂટ્થૂટ LE: લો-પાવર ડિવાઇસ કનેક્ટિવિટી
- વાઇફાઇ/4G/5G: ડેટા અપલોડ માટે ઇન્ટરનેટ કનેક્ટિવિટી
- એજ પ્રોસેસિંગ: લોકલ ડેટા ફિલ્ટરિંગ અને એનાલિસિસ

3. કલાઉડ ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર:

- હેલ્પિંકર કલાઉડ પ્લેટફોર્મ: HIPAA-કમ્પલાયન્ટ ડેટા સ્ટોરેજ
- રીચલ-ટાઇમ ડેટા પ્રોસેસિંગ: વાઇટલ સાઇન્સ માટે સ્રીમ પ્રોસેસિંગ
- મશીન લર્નિંગ મોડલ્સ: એનોમલી ડિટેક્શન અને પ્રેડિક્શન
- API ગેટવે: એપ્લિકેશન્-સ્રીમ માટે સિક્યુર ડેટા એક્સેસ

4. એનાલિટિક્સ અને ઇન્ટેલિજન્સ:

- વાઇટલ સાઇન્સ એનાલિસિસ: ટ્રેન ડિટેક્શન અને બ્રેશાહોલ્ડ મોનિટરિંગ
- પ્રેડિક્ટિવ એનાલિટિક્સ: હેલ્પ ઇશ્યુઝ માટે અર્લી વૉર્નિંગ સિસ્ટમ
- પર્સનલાઇઝ ઇન્સાઇટ્સ: વ્યક્તિગત હેલ્પ ભલામણો
- પોયાન્ટ હેલ્પ: એગ્રિગેટ હેલ્પ સ્ટેટિસ્ટિક્સ

5. યુઝર ઇન્ટરફેસીસ:

- પેશન્ મોબાઇલ એપ: પર્સનલ હેલ્પ ડેશબોર્ડ
- ડોક્ટર વેબ પોર્ટલ: પેશન્ મોનિટરિંગ અને મેનેજમેન્ટ
- ઇમર્જન્સી ડેશબોર્ડ: કિટકલ અલર્ટ્સ અને રિસ્પોન્સ કોઓર્ડિનેશન
- ફેમિલી એપ: કેરગિવર નોટિફિકેશન્સ અને આપડેટ્સ

કાર્યસિદ્ધાંત:

ડેટા કલેક્શન ફેજ:

\rightarrow \rightarrow \rightarrow

પ્રોસેસિંગ ફેજ:

\rightarrow ML \rightarrow

રિસ્પોન્સ ફેજ:

\rightarrow \rightarrow \rightarrow

વિગતવાર વર્કફ્લો:

- કન્ટિન્યુઆસ મોનિટરિંગ: વિયરેબલ ડિવાઇસીસ દર 15-30 સેકન્ડ વાઇટલ સાઇન્સ એક્ચિટ્યુન્ટ કરે છે
- ડેટા એગ્રિગેશન: સ્માર્ટફોન એપ અને સેન્સરમાંથી ડેટા એક્સ્ટ્રાક્શન કરે છે
- કવોલિટી ચેક: ડેટા વેલિડેશન અને એરર કરેક્શન એલગોરિધમ્સ
- સિક્યુર ટ્રાન્સમિશન: સેલ્ફ્યુલર/વાઇફાઇ દ્વારા એન્ક્રિપ્ટેડ ડેટા કલાઉડને મોકલવામાં આવે છે

5. રીઅલ-ટાઇમ એનાલિસિસ: ML એલગોરિધમ્સ આવતા ડેટા સ્ટ્રીમસનું વિશ્લેષણ કરે છે
6. પેટન રેકગ્રિઝન: સામાન્ય વિ અસામાન્ય હેલ્થ પેટનર્સ ઓળખવા
7. અલર્ટ જનરેશન: થેશાડોલ વાયોલેશન્સ માટે સ્વયંચાલિત અલર્ટ્સ
8. નોટિફિકેશન ડિસ્પેચ: પેશન્ટ્સ, ડોક્ટર્સ અને કુટુંબને અલર્ટ્સ મોકલવા
9. ઇમર્જન્સી રિસ્પોન્સ: ડિટિકલ અલર્ટ્સ ઇમર્જન્સી સર્વિસીસ ટ્રિગર કરે છે
10. ડેટા સ્ટોરેજ: લોંગ-ટર્મ એનાલિસિસ માટે હિસ્ટોરિકલ ડેટા સ્ટોર કરવામાં આવે છે

ક્લિનિકલ યુઝ કેસીસ:

કોનિક ડિજીઝ મેનેજમેન્ટ:

- ડાયાબિટીસ: ઇન્સુલિન ભલામણો સાથે કન્ટિન્યુઆસ ગલુકોજ મોનિટરિંગ
- હાયપરટેન્શન: દવા રિમાઇન્ડર્સ સાથે બ્લડ પ્રેશર ટ્રૈકિંગ
- હાર્ટ ડિજીઝ: એરિથમિયા ડિટેક્શન સાથે ECG મોનિટરિંગ
- COPD: સ્લીપ દરમિયાન શ્વસન દર અને ઓક્સિજન સેર્વ્યુરેશન મોનિટરિંગ

ઇમર્જન્સી ડિટેક્શન:

- ક્રાઇચાક ઇવેન્ટ્સ: હાર્ટ રેટ અનોમલીજ તાત્કાલિક અલર્ટ્સ ટ્રિગર કરે છે
- ફોલ્સ: વૃદ્ધ પેશન્ટ્સમાં એક્સલેરોમીટર ડેટા ફોલ્સ ડિટેક્ટ કરે છે
- મેડિકેશન નોન-કમ્પલાયન્સ: સ્માર્ટ પિલ ડિસ્પેન્સર્સ પાલન ટ્રેક કરે છે
- સ્લીપ એપનિયા: સ્લીપ દરમિયાન શ્વસન મોનિટરિંગ

પફોર્મ-સ મેટ્રિક્સ:

મેટ્રિક	ટાગોટ વેલ્યુ	વર્તમાન અચીવમેન્ટ
ડેટા એક્સ્પ્રેસ્સી	>95%	97%
ફોલ્સ અલાર્મ રેટ	<5%	3%
રિસ્પોન્સ ટાઇમ	<30 સેકન્ડ	15 સેકન્ડ
બેટરી લાઇફ	7 દિવસ	5 દિવસ
યુઝર એડોપ્શન	>80%	75%

ટેકનિકલ સ્પેસિફિકેશન્સ:

સેન્સર સ્પેસિફિકેશન્સ:

- હાઈ રેટ: $\pm 2BPM$
- બ્લડ પ્રેશર: $\pm 3mmHg$
- તાપમાન: ± 0.1
- એક્ટિવિટી: >95% સ્ટેપ કાઉન્ટિંગ એક્યુરરી

કમ્યુનિકેશન સ્પેસિફિકેશન્સ:

- ડેટા રેટ: ડિવાઇસ દીઠ 1-10 Kbps
- લેટન્સી: કિટિકલ અલર્ટ્સ માટે $<100ms$
- રેન્જ: 10m બ્લૂટ૥, અનલિમિટેડ સેલ્યુલર
- સિક્યુરિટી: AES-256 એન્ક્રિપ્શન

પ્રાઇવસી અને સિક્યુરિટી:

- ડેટા ઓન્કિપ્શન: બધા કમ્યુનિકેશન્સ માટે એન્ડ-ટુ-એન્ડ એન્ક્રિપ્શન
- એક્સેસ કંટ્રોલ: હેલ્થકેર પ્રોવાઇડર્સ માટે રોલ-બેઝ્ડ પરમિશન્સ
- કમ્પ્લાયન્સ: HIPAA, GDPR કમ્પ્લાયન્ટ ડેટા હેન્ડલિંગ
- ઓડિટ ટ્રૈલ્સ: ડેટા એક્સેસ અને મોડિફિકેશન્સની સંપૂર્ણ લોગિંગ

કોસ્ટ-વોનિક્ષિટ એનાલિસિસ:

- પેશન્ટ દીઠ હાઈવેર: \$200-500
- કલાઉડ ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર: પેશન્ટ દીઠ મહિને \$10-20
- ડેવલપમેન્ટ: \$500K-1M પ્રારંભિક રોકાણ
- મેન્ટનેન્સ: વાર્ષિક ડેવલપમેન્ટ કોરસ્ટના 15-20%

કાયદાઓ:

- હોસ્પિટલ રીએડમિશન રિડક્શન: 25-30%
- ઇમર્જન્સી રિસ્પોન્સ ટાઇમ: 50% સુધારો
- હેલ્થકેર કોસ્ટ સેવિંગ્સ: પેશન્ટ દીઠ વાર્ષિક \$1000-2000
- પેશન્ટ સેટિસ્ટેક્શન: કેર કવોલિટીમાં 85% સુધારો

પડકારો અને સોલ્યુશન્સ:

પડકાર	સોલ્યુશન
ડેટા પ્રાઇવસી	એન્ડ-ટુ-એન્ડ એન્ક્રિપ્શન, ડેટા અનોનાઇમાઇઝેશન
ડિવાઇસ બેટરી લાઇફ	લો-પાવર પ્રોટોકોલ્સ, એન્જલ્યુન્નિટ્સ
ફોલ્સ અલાર્મ્સ	AI-આધારિત પેર્ટન્ રેક્યિશન, એડાપ્ટિવ થ્રેશાહોલ્ડસ
યુગર કમ્પ્લાયન્સ	ગેમિફિકેશન, કુટુંબની સંડોવણી
ઇન્ટરઅપરેબિલિટી	સ્ટાન્ડર્ડ પ્રોટોકોલ્સ (HL7 FHIR, MQTT)

ભવિષ્યના સુધારાઓ:

- AI-પાવર્ડ ડાયાગ્નોસિસ: બીમારી પ્રેડિક્શન માટે એડવાન્સ મશીન લર્નિંગ
- ટેલીમેડિસિન ઇન્ટિગ્રેશન: સેન્સર ડેટા આધારિત વિડિયો કન્સલ્ટેશન્સ
- બ્લોકચેન: સિક્યુર, ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ હેલ્થ રેકૉર્ડ મેનેજમેન્ટ
- 5G કનેક્ટિવિટી: રીઅલ-ટાઇમ મોનિટરિંગ માટે અલ્ટ્રા-લો લેટન્સી

મેમરી ટ્રીક

"WHDCA-UI - વિયરેબલ્સ હોમ-ડિવાઇસીસ ડેટા કમ્યુનિકેશન એનાલિટિક્સ યુગર-ઇન્ટરફેસ"

પ્રશ્ન 5(અ) OR [3 ગુણ]

ત્રણ વાસ્તવિક IoT એપ્લિકેશન્સની યાદી આપો.

જવાબ

વાસ્તવિક IoT એપ્લિકેશન્સ:

એપ્લિકેશન	વર્ણન
સ્માર્ટ એગ્રિકલ્ચર	માટીની બેજ મોનિટરિંગ અને સ્વયંચાલિત સિંચાઈ
ઇન્ડસ્ટ્રિયલ મોનિટરિંગ	મેન્યુફેક્ચરિંગ સાધનોનું પ્રેડિક્ટિવ મેન્ટનેન્સ
સ્માર્ટ ટ્રાન્સપોર્ટેશન	ટ્રાફિક મેનેજમેન્ટ અને વાહન ટ્રેકિંગ સિસ્ટમ્સ

મેમરી ટ્રીક

“AIT - એગ્રિકલ્યુર ઇન્ડસ્ટ્રિયલ ટ્રોન્સપોર્ટેશન”

પ્રશ્ન 5(બ) OR [4 ગુણ]

સ્માર્ટ પાર્કિંગ સિસ્ટમમાં IoT ની ભૂમિકા વર્ણન કરો.

જવાબ

સ્માર્ટ પાર્કિંગ સિસ્ટમમાં IoT:

IoT પાર્કિંગ સ્પેસ ઉપલબ્ધતા વિશે રીઅલ-ટાઇમ માહિતી પ્રદાન કરીને અને પેમેન્ટ પ્રક્રિયાઓને સ્વયંચાલિત કરીને ઇન્ટેલિજન્ટ પાર્કિંગ મેનેજમેન્ટ સક્ષમ કરે છે.

સિસ્ટમ ઘટકો:

- પાર્કિંગ સેન્સર્સ: અલ્ટ્રાસોનિક/મેચ્રેટિક સેન્સર્સ વાહનની હાજરી શોધે છે
- ગેટવે ડિવાઇસીસ: અનેક સેન્સર્સમાંથી ડેટા એક્ટ્રિટ કરે છે
- કલાઉડ પ્લેટફોર્મ: પાર્કિંગ ડેટા પ્રોસેસ અને સ્ટોર કરે છે
- મોબાઇલ એપ્લિકેશન: પાર્કિંગ માહિતી માટે યુઝર ઇન્ટરફેસ

IoT ફાયદાઓ:

પરંપરાગત પાર્કિંગ	IoT સ્માર્ટ પાર્કિંગ
મેન્યુઅલ સ્પેસ શોધવું	રીઅલ-ટાઇમ ઉપલબ્ધતા
કેશ/કાર્ડ પેમેન્ટ્સ	મોબાઇલ પેમેન્ટ્સ
કોઈ ડેટા અનાલિટિક્સ નહીં	ઉપયોગ અનાલિટિક્સ
ઊંચું ઇંદ્રાણ વેડફાટ	30% ઇંદ્રાણ બચત

કાર્યપ્રક્રિયા:

- ડિટેક્શન: સેન્સર્સ ખાલી/કબજામાં લીધેલી જગ્યાઓ શોધે છે
- ડેટા કલેક્શન: ગેટવે સેન્સર ડેટા એક્ટ્રિટ કરે છે
- કલાઉડ પ્રોસેસિંગ: રીઅલ-ટાઇમ સ્પેસ ઉપલબ્ધતા ગણતરી
- યુઝર નોટિફિકેશન: મોબાઇલ એપ ઉપલબ્ધ સ્પેસીસ બતાવે છે
- નોવિગેશન: GPS-ગાઇડડ પાર્કિંગ સહાયતા
- પેમેન્ટ: સ્વયંચાલિત મોબાઇલ પેમેન્ટ પ્રોસેસિંગ

મુખ્ય ફીચર્સ:

- રીઅલ-ટાઇમ અપડેટ્સ: દર 30 સેકન્ડ્સ રેટ સ્પેસ ઉપલબ્ધતા અપડેટ
- પ્રેડિક્ટિવ એનાલિટિક્સ: પાર્કિંગ ડિમાન્ડ ફોરકાર્સિંગ
- ડાયનેમિક પ્રાઇસિંગ: ડિમાન્ડ આધારે રેટસ એડજર્સ
- વાયોલેશન ડિટેક્શન: ઓવરસ્ટે અને ગેરકાયાદેસર પાર્કિંગ અલર્ટ્સ

મેમરી ટ્રીક

“DCPN - ડિટેક્શન કલેક્શન પ્રોસેસિંગ નોટિફિકેશન”

પ્રશ્ન 5(ક) OR [7 ગુણ]

Raspberry Pi ના આર્કિટેક્ચર બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો.

જવાબ

Raspberry Pi 4B આર્કિટેક્ચર:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A[ARM Cortex{-A72 CPU}] --- B[BCM2711 SoC]
    C[GPU VideoCore VI] --- B
    D[1{-8GB LPDDR4 RAM}] --- B
  
```

```

B {-{-}{}} E[USB      ]}
B {-{-}{}} F[      ]]
B {-{-}{}} G[    /  ]]
B {-{-}{}} H[GPIO   ]]
B {-{-}{}} I[    /      ]]
B {-{-}{}} J[    /      ]]

E {-{-}{}} K[4x USB 3.0/2.0      ]}
F {-{-}{}} L[      ]]
G {-{-}{}} M[802.11ac      + BLE 5.0]
H {-{-}{}} N[40{-}pin GPIO]
I {-{-}{}} O[CSI      + DSI   ]]
J {-{-}{}} P[HDMI +      ]]

Q[MicroSD    ] {-{-}{}} B}
R[USB{-C     ] {-{-}{}} S[      ]]
S {-{-}{}} B}

{Highlighting}
{Shaded}

```

વિગતવાર આર્કિટેક્ચર સમજૂતી:

1. સેન્ટ્રલ પ્રોસેસિંગ યુનિટ (CPU):

- પ્રોસેસર: કવાડ-કોર ARM Cortex-A72 64-bit
- કલોક સ્પીડ: 1.5 GHz (2.0 GHz સુધી ઓવરકલોક કરી શકાય)
- આર્કિટેક્ચર: NEON SIMD સપોર્ટ સાથે ARMv8-A
- કેશ: L1: કોર દીઠ 32KB ઇન્સ્ટ્રક્શન + 32KB ડેટા, L2: 1MB શેર્ડ
- પર્ફોર્મન્સ: Raspberry Pi 3B+ કરતાં ~4x જડપી

2. ગ્રાફિક્સ પ્રોસેસિંગ યુનિટ (GPU):

- મોડલ: Broadcom VideoCore VI
- ફીચર્સ: OpenGL ES 3.0, હાર્ડવેર વિડિયો ડિકોડ
- વિડિયો: 4K60 HEVC ડિકોડ, 1080p60 H.264 એન્કોડ
- ડિસ્પલે: માઇકો-HDMI દ્વારા જ્યુઅલ 4K ડિસ્પલે સપોર્ટ

3. સિસ્ટમ ઓન ચિપ (SoC):

- ચિપ: Broadcom BCM2711
- પ્રોસેસ: 28nm ટેકનોલોજી
- ઇન્ટિગ્રેશન: CPU, GPU, મેમરી કંટ્રોલર, I/O કંટ્રોલર્સ
- થર્મલ મેનેજમેન્ટ: હીટ સ્પ્રેડર અને થર્મલ થ્રોટલિંગ

4. મેમરી સબસિસ્ટમ:

- RAM: LPDDR4-3200 (1GB, 2GB, 4GB, અથવા 8GB વેરિઅન્ટ્ર્સ)
- મેમરી કંટ્રોલર: 64-bit વાઇડ બસ
- બેન્ડવિધ: 25.6 GB/s સુધી થિયોરેટિકલ
- સ્ટોરેજ: MicroSD કાર્ડ સ્લોટ (UHS-I સપોર્ટ)

5. કોન્ટ્રાન્ડ્યુલાર વિકલ્પો:

USB કોન્ટ્રાન્ડ્યુલાર:

- USB 3.0: 5 Gbps સ્પીડ સાથે 2 પોર્ટ્સ
- USB 2.0: 480 Mbps સ્પીડ સાથે 2 પોર્ટ્સ
- પાવર: કુલ 1.2A સુધી બસ-પાવર્ડ ડિવાઇસીસ સપોર્ટ

નેટવર્ક કોન્ટ્રાન્ડ્યુલાર:

- ઇથરનેટ: USB 3.0 દ્વારા ગિગાબિટ ઇથરનેટ (1000 Mbps)
- વાઈફાઈ: 802.11ac જ્યુઅલ-બેન્ડ (2.4GHz + 5GHz)
- બ્લૂટૂથ: લો એનજ્ઞી સપોર્ટ સાથે બ્લૂટૂથ 5.0

6. ઇનપુટ/આઉટપુટ ઇન્ટરફેસીસ:

GPIO (જનરલ પર્સિન ઇનપુટ/આઉટપુટ):

- પિન્સ: 40-pin હેડર (26 GPIO + પાવર + ગ્રાઉન્ડ)
- પ્રોટોકોલ્સ: SPI, I2C, UART, PWM સપોર્ટ
- વોલ્ટેજ: 3.3V લોજિક લેવલ્સ
- કરન્ટ: પિન દીઠ 16mA, કુલ 50mA

સ્પેશિયલાઇઝેડ ઇન્ટરફેસીસ:

- કેમેરા સીરિયલ ઇન્ટરફેસ (CSI): કેમેરા મોડિયુલ્સ માટે 15-pin કોન્કટર
- ડિસ્પલે સીરિયલ ઇન્ટરફેસ (DSI): ટ્યુનિંગ માટે 15-pin કોન્કટર
- ઓડિયો: 3.5mm TRRS જેક (ઓડિયો + કમ્પોજિટ વિડિયો)
- HDMI: 4K60 સપોર્ટિંગ 2x માઇકો-HDMI પોર્ટ્સ

7. પાવર મેનેજમેન્ટ:

- ઇનપુટ: USB-C કનેક્ટર, 5V 3A મિનિમમ
- પાવર કન્જમ્પશન: 2.7W આઇડલ, 6.4W અંડર સ્ટ્રેસ
- પાવર મેનેજમેન્ટ IC: એફિશિયન્ટ વોલટેજ રેગ્યુલેશન
- GPIO પાવર: 3.3V અને 5V રેઇલ્સ ઉપલબ્ધ

8. બુટ અને સ્ટોરેજ:

- બુટ વિકલ્પો: MicroSD કાર્ડ, USB સ્ટોરેજ, નેટવર્ક બુટ
- ફાઇલ સિસ્ટમ્સ: ext4, FAT32, NTFS સપોર્ટ
- OS સપોર્ટ: Raspberry Pi OS, Ubuntu, Windows 10 IoT

પણોમન્સ તુલના:

સ્પેસિફિકેશન	RPi 3B+	RPi 4B
CPU કોર્સ	4	4
CPU સ્પીડ	1.4 GHz	1.5 GHz
RAM વિકલ્પો	1GB	1/2/4/8GB
ઇથરનેટ	300 Mbps	1 Gbps
USB	2.0 માત્ર	3.0 + 2.0
વાઇફાઈ	802.11n	802.11ac

GPIO પિનઆઉટ (મુખ્ય પિન્સ):

પિન	ફુલી વર્ણના	પિન	ફુલી વર્ણના
1	3.3V પાવર	2	5V પાવર
3	GPIO 2 (SDA)	4	5V પાવર
5	GPIO 3 (SCL)	6	ગ્રાઉન્ડ
7	GPIO 4	8	GPIO 14 (TXD)
9	ગ્રાઉન્ડ	10	GPIO 15 (RXD)

સોફ્ટવેર આર્કિટેક્ચર:

Applications

Python/C++/Java Libraries

Raspberry Pi OS

Linux Kernel

Hardware (BCM2711)

સામાન્ય IoT યુઝ કેરીસિસ:

- IoT ગેટવે: GPIO/USB દ્વારા સેન્સર્સમાંથી ડેટા એક્સ્ટ્રાક્શન કરવો
- એજ કમ્પ્યુટિંગ: લોકલ ડેટા પ્રોસેસિંગ અને ML ઇન્ફરન્સ
- હોમ ઓટોમેશન: GPIO અને નેટવર્ક દ્વારા ઉપકરણોનું કંટ્રોલ
- ઇન્ડસ્ટ્રિયલ મોનિટરિંગ: ઇન્ડસ્ટ્રિયલ સેન્સર્સ સાથે ઇન્ટરફેસ
- રોબોટિક્સ: મોટર કંટ્રોલ અને સૈન્સર ઇન્ટિગ્રેશન

IoT માં ફ્રાયદાઓ:

- કૂલ Linux OS: સંપૂર્ણ ડેવલપમેન્ટ અન્વાયરનમેન્ટ
- રિચ I/O: અનેક કમ્પ્યુનિકેશન પ્રોટોકોલ્સ સપોર્ટ
- કમ્પ્યુનિટી સપોર્ટ: વ્યાપક ડોક્યુમેન્ટેશન અને લાયબ્રેરીઓ
- કોર્સ-ઇફેચ્યુલ: RAM કન્ફિગરેશન પર આધાર રાખીને \$35-75
- પાવર એફિષિયન્ટ: યોગ્ય પાવર મેનેજમેન્ટ સાથે બેટરી પર ચાલી શકે

મર્યાદાઓ:

- રીઅલ-ટાઈમ પફોર્માન્સા: હાર્ડ રીઅલ-ટાઈમ એપ્લિકેશન્સ માટે યોગ્ય નથી
- ઇન્ડસ્ટ્રિયલ તાપમાન: કન્જ્યુમર-ગ્રેડ તાપમાન રેન્જ
- GPIO ફ્રાઇવ: પિન દીઠ મર્યાદિત કરન્ટ આઉટપુટ
- એનાલોગ ઇનપુટ: બિલ્ટ-ઇન ADC નથી (બાધ્ય ADC ની જરૂર)

ડેવલપમેન્ટ ટૂલ્સ:

- પ્રોગ્રામિંગ ભાષાઓ: Python, C/C++, Java, Node.js
- IDEs: Thonny, Visual Studio Code, Eclipse
- લાયબ્રેરીઓ: RPi.GPIO, gpiod, OpenCV, TensorFlow Lite
- રિમોટ ડેવલપમેન્ટ: SSH, VNC, VS Code Remote

મેમરી ટ્રીક

"CPU-GPU-SoC-MEM-CONN-IO-PWR-BOOT - સંપૂર્ણ Pi આર્કિટેક્ચર"