

વાયરલેસ સેન્સર નેટવર્ક્સ અને IoT (4353201) - સમર 2025 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

મે 12, 2025

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

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

કોષ્ટક 1. મુખ્ય ઘટકો

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

મેમરી ટ્રીક

“SBCG - Sensors Base Communication Gateway”

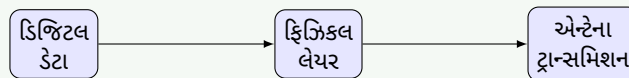
પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

WSNs માં ફિઝિકલ લેયરની ભૂમિકા સમજાવો.

જવાબ

ફિઝિકલ લેયર કાર્યો:

- સિગ્નલ ટ્રાન્સમિશન: વાયરલેસ કમ્યુનિકેશન માટે ડિજિટલ ડેટાને રેડિયો તરંગોમાં કન્વર્ટ કરે છે
- ફ્રીક્વન્સી 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



આકૃતિ 1. સરળ બ્લોક ડાયાગ્રામ

મેમરી ટ્રીક

“SFPM - Signal Frequency Power Modulation”

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

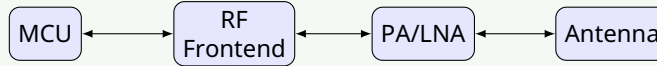
WSNs માં ટ્રાન્સીવર્સ માટેની ડિઝાઇન વિચારણાઓની ચર્ચા કરો.

જવાબ

મુખ્ય ડિઝાઇન વિચારણાઓ:

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

ટ્રાન્સીવર આર્કિટેક્ચર:



આકૃતિ 2. ટ્રાન્સીવર આર્કિટેક્ચર

કોષ્ટક 2. ટ્રેડ-ઓફ્સ

પેરામીટર	હાઇ પર્ફોર્મન્સ	લો પાવર
રેન્જ	લાંબી (1km)	ટૂંકી (100m)
પાવર	વધારે (100mW)	ઓછી (1mW)
કિંમત	મંડગું	સસ્તું

મેમરી ટ્રીક

“PCRFMAC - Power Communication Range Frequency Modulation Antenna Cost”

પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 ગુણ]

WSN માં ઓપ્ટિમાઇઝેશન ગોલ્સ અને ફિગર્સ ઓફ મેરિટને સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટિમાઇઝેશન ગોલ્સ:

- એનર્જી એફિશિયન્સી: પાવર વપરાશ ઘટાડીને નેટવર્ક લાઇફટાઇમ વધારવી
- કવરેજ: ન્યૂનતમ સેન્સર નોડ્સ સાથે સંપૂર્ણ વિસ્તાર મોનિટરિંગ સુનિશ્ચિત કરવું
- કનેક્ટિવિટી: નોડ ફેઇલ્યુર સાથે પણ નેટવર્ક કનેક્ટિવિટી જાળવવી
- ડેટા ક્વોલિટી: એકત્રિત ડેટાની ઉચ્ચ ચોકસાઇ અને વિશ્વસનીયતા
- સ્કેલેબિલિટી: મોટી સંખ્યામાં નોડ્સને સપોર્ટ કરવું (100-10000)
- કોસ્ટ ઇફેક્ટિવનેસ: ડિપ્લોયમેન્ટ અને મેઇન્ટેનન્સ કોસ્ટ ઘટાડવી

કોષ્ટક 3. ફિગર્સ ઓફ મેરિટ

મેટ્રિક	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
થ્રુપુટ	નોડ દીઠ ડેટા રેટ	1-100 kbps

ઓપ્ટિમાઇઝેશન ટેકનિક્સ:

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

મેમરી ટ્રીક

“ECCDC - Energy Coverage Connectivity Data Cost”

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

WSNs માં સેન્સર MAC પ્રોટોકોલની લાક્ષણિકતાઓની યાદી આપો.

જવાબ

S-MAC પ્રોટોકોલ લાક્ષણિકતાઓ:

કોષ્ટક 4. લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	વર્ણન
ડ્યુટી સાયકલિંગ	સમયાંતરે સ્લીપ અને વેક-અપ સાયકલ
કોલિઝન એવોઇડન્સ	RTS/CTS મેકેનિઝમ
ઓવરહિયરિંગ એવોઇડન્સ	અપ્રાસંગિક ટ્રાન્સમિશન દરમિયાન નોડ્સ સૂઈ જાય છે
મેસેજ પાર્સિંગ	લાંબા મેસેજ્સ ફ્રેગમેન્ટ્સમાં વિભાજિત

મેમરી ટ્રીક

“DCOM - Duty Collision Overhearing Message”

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

WSNs માં એનર્જી-એફિશિયન્ટ રૂટિંગની વિભાવના વર્ણન કરો.

જવાબ

એનર્જી-એફિશિયન્ટ રૂટિંગ કોન્સેપ્ટ:

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

મુખ્ય ટેકનિક્સ:

- મલ્ટિ-હોપ કમ્યુનિકેશન: ટૂંકા હોપ્સ લાંબા હોપ્સ કરતાં ઓછા પાવરનો વપરાશ કરે છે
- લોડ બેલેન્સિંગ: નોડ ડિપ્લીશન ટાળવા માટે ટ્રાફિક વિતરિત કરવું
- ડેટા એગ્રિગેશન: અનેક સ્ત્રોતોમાંથી ડેટા સંયોજિત કરવું
- જિયોગ્રાફિક રૂટિંગ: કાર્યક્ષમ પાથ માટે સ્થાન માહિતીનો ઉપયોગ

એનર્જી મોડલ:

Listing 1. એનર્જી મોડલ

- 1 $E_{tx} = E_{elec} * k + e_{amp} * k * d^2$
- 2 $E_{rx} = E_{elec} * k$

કોષ્ટક 5. રૂટિંગ સ્ટ્રેટેજીસ

સ્ટ્રેટેજી	પાવર સેવિંગ	ઇમ્પ્રિમેન્ટેશન
શોર્ટસ્ટ પાથ	મધ્યમ	સરળ
મિન-એનર્જી	ઊંચું	જટિલ
મેક્સ-લાઇફટાઇમ	પૂર્ણ ઊંચું	પૂર્ણ જટિલ

મેમરી ટ્રીક

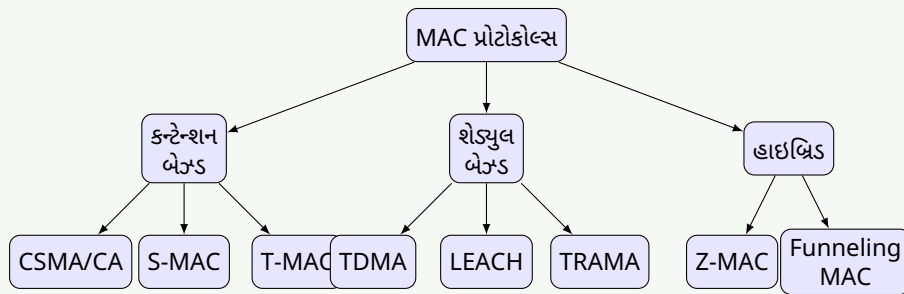
“MLDG - Multi-hop Load Data Geographic”

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

WSNs માટે MAC પ્રોટોકોલ્સનું વર્ગીકરણ ઉદાહરણો સાથે સમજાવો.

જવાબ

MAC પ્રોટોકોલ વર્ગીકરણ:



આકૃતિ 3. MAC પ્રોટોકોલ વર્ગીકરણ

વિગતવાર વર્ગીકરણ:

1. કન્ટેન્શન-બેઝ્ડ પ્રોટોકોલ્સ:

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

2. શેડ્યુલ-બેઝ્ડ પ્રોટોકોલ્સ:

- TDMA: નોડ્સને ટાઇમ સ્લોટ્સ ફાળવવામાં આવે છે
- LEACH: રોટેટિંગ કલસ્ટર હેડ્સ સાથે કલસ્ટર-બેઝ્ડ
- TRAMA: ટ્રાફિક-એડાપ્ટિવ મીડિયમ એક્સેસ

3. હાઇબ્રિડ પ્રોટોકોલ્સ:

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

કોષ્ટક 6. તુલના

પ્રોટોકોલ પ્રકાર	એનર્જી એફિશિયન્સી	લેટન્સી	સ્કેલેબિલિટી
કન્ટેન્શન	મધ્યમ	ઓછું	ઊંચું
શેડ્યુલ	ઊંચું	મધ્યમ	મધ્યમ
હાઇબ્રિડ	ઊંચું	ઓછું	ઊંચું

મેમરી ટ્રીક

“CSH - Contention Schedule Hybrid”

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

WSNs માં એડ્રેસ મેનેજમેન્ટનો હેતુ જણાવો.

જવાબ

એડ્રેસ મેનેજમેન્ટ હેતુ:

કોષ્ટક 7. હેતુઓ

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

મેમરી ટ્રીક

“NIR - Node Identification Routing”

પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 ગુણ]

જિયોગ્રાફિક રૂટિંગને વિસ્તારથી સમજાવો.

જવાબ

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

મુખ્ય ઘટકો:

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

ફોરવર્ડિંગ એલ્ગોરિધમ:

Listing 2. ફોરવર્ડિંગ એલ્ગોરિધમ

1 1. ડેસ્ટિનેશન કોઓર્ડિનેટ્સ સાથે પેકેટ મેળવો

2 2. ડેસ્ટિનેશનની સૌથી નજીકનો નેઇબર શોધો

3 3. જો વર્તમાન નોડ કરતાં નજીક છે, તો ફોરવર્ડ કરો

4 4. નહીં તો ફેસ રૂટિંગનો ઉપયોગ કરો અથવા ડ્રોપ કરો

કોષ્ટક 8. ફાયદાઓ/નુકસાનો

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

મેમરી ટ્રીક

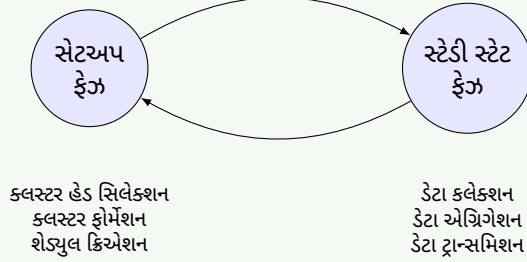
“LGFC - Location Greedy Face Coordinate”

પ્રશ્ન 2(ક OR) [7 ગુણ]

WSN માં LEACH પ્રોટોકોલની કાર્યપ્રણાલી સમજાવો.

જવાબ

LEACH પ્રોટોકોલ (લો-એનર્જી એડાપ્ટિવ કલસ્ટરિંગ હાયરાર્કી):
પ્રોટોકોલ તબક્કાઓ:



આકૃતિ 4. LEACH પ્રોટોકોલ તબક્કાઓ

વિગતવાર કાર્યપ્રણાલી:

1. સેટઅપ ફેઝ:

- **કલસ્ટર હેડ સિલેક્શન:** નોડ્સ સંભાવના આધારે કલસ્ટર હેડ બનવાનું નક્કી કરે છે
- **એડવર્ટાઇઝમેન્ટ:** કલસ્ટર હેડ્સ એડવર્ટાઇઝમેન્ટ મેસેજોસ બ્રોડકાસ્ટ કરે છે
- **કલસ્ટર ફોર્મેશન:** નોન-કલસ્ટર હેડ નોડ્સ નજીકના કલસ્ટર હેડ સાથે જોડાય છે
- **શેડ્યુલ ક્રિએશન:** કલસ્ટર સભ્યો માટે TDMA શેડ્યુલ બનાવવામાં આવે છે

2. સ્ટેડી સ્ટેટ ફેઝ:

- **ડેટા કલેક્શન:** કલસ્ટર સભ્યો ડેટા એકત્રિત કરીને કલસ્ટર હેડને મોકલે છે
- **ડેટા એગ્રિગેશન:** કલસ્ટર હેડ પ્રાપ્ત ડેટાને એકીકૃત કરે છે
- **ડેટા ટ્રાન્સમિશન:** એકીકૃત ડેટા બેઝ સ્ટેશનને મોકલવામાં આવે છે

કલસ્ટર હેડ સિલેક્શન ફોર્મ્યુલા:

Listing 3. કલસ્ટર હેડ સંભાવના

```
1 P(n) = k / (N - k * (r mod N/k))
2 Where:
3 k = desired cluster heads
4 N = total nodes
5 r = current round
```

એનર્જી કાર્યદાઓ:

- **લોડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન:** કલસ્ટર હેડ ભૂમિકા નોડ્સ વચ્ચે ફેરવે છે
- **ડેટા એગ્રિગેશન:** બેઝ સ્ટેશનને ટ્રાન્સમિશન ઘટાડે છે
- **શોર્ટ રેન્જ કમ્યુનિકેશન:** મોટાભાગના ટ્રાન્સમિશન કલસ્ટરની અંદર હોય છે

કોષ્ટક 9. પર્ફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ

મેટ્રિક	LEACH	ડાયરેક્ટ ટ્રાન્સમિશન
નેટવર્ક લાઇફટાઇમ	8x લાંબી	બેઝલાઇન
એનર્જી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન	યુનિફોર્મ	અસમાન
સ્કેલેબિલિટી	ઊંચી	ઓછી

મેમરી ટ્રીક

“SSCADT - Setup Steady Cluster Aggregation Data Transmission”

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.

કોષ્ટક 10. મુખ્ય સ્ત્રોતો

સ્ત્રોત	વર્ણન
RFID ટેકનોલોજી	પદાર્થ ટ્રેકિંગ માટે રેડિયો ફ્રીક્વન્સી આઇડેન્ટિફિકેશન
સેન્સર નેટવર્ક્સ	WSNs અને પર્યાવરણીય મોનિટરિંગ સિસ્ટમ્સ
મોબાઇલ કમ્યુટિંગ	સ્માર્ટફોન્સ અને પોર્ટેબલ ઉપકરણો
ક્લાઉડ કમ્યુટિંગ	સ્કેલેબલ ડેટા સ્ટોરેજ અને પ્રોસેસિંગ

મેમરી ટ્રીક

“RSMC - RFID Sensor Mobile Cloud”

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

IoT/M2M સિસ્ટમ્સ માટે મોડિફાઇડ OSI મોડલ સમજાવો.

જવાબ

IoT માટે મોડિફાઇડ OSI મોડલ:

કોષ્ટક 11. લેયર તુલના

લેયર	પરંપરાગત OSI	IoT/M2M મોડિફિકેશન
એપ્લિકેશન	એન્ડ-યુઝર એપ્લિકેશન્સ	IoT એપ્લિકેશન્સ, ડેટા એનાલિટિક્સ
પ્રેઝન્ટેશન	ડેટા ફોર્મેટિંગ	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	ફ્રેમ ડિલિવરી	IEEE 802.15.4, વાઇફાઇ, બ્લૂટૂથ
ફિઝિકલ	બિટ ટ્રાન્સમિશન	રેડિયો, ઓપ્ટિકલ, વાયર્ડ ટ્રાન્સમિશન

પ્રોટોકોલ સ્ટેક ઉદાહરણ:

IoT એપ્લિકેશન

CoAP/MQTT

UDP

6LoWPAN

IEEE 802.15.4

આકૃતિ 5. IoT પ્રોટોકોલ સ્ટેક

મેમરી ટ્રીક

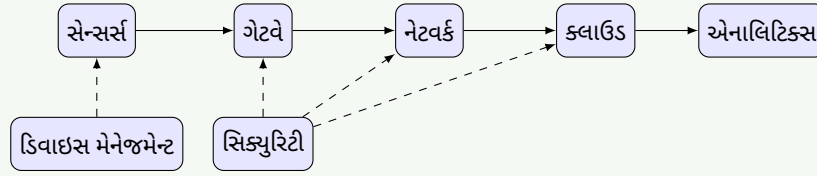
"Six-Layer Low-Power WAN - 6LoWPAN"

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

IoT સિસ્ટમના મુખ્ય ઘટકોની આકૃત સાથે ચર્ચા કરો.

જવાબ

IoT સિસ્ટમ આર્કિટેક્ચર:



આકૃતિ 6. IoT સિસ્ટમ ઘટકો

મુખ્ય ઘટકો:

1. ડિવાઇસ લેયર: સેન્સર્સ, એક્ઝ્યુટર્સ, MCUs (ESP32), કમ્યુનિકેશન મોડ્યુલ્સ.
2. કનેક્ટિવિટી લેયર: ગેટવેઝ, નેટવર્ક ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર, પ્રોટોકોલ્સ (MQTT, HTTP).
3. ડેટા પ્રોસેસિંગ લેયર: ક્લાઉડ પ્લેટફોર્મ્સ, એજ કમ્યુટિંગ, સ્ટોરેજ.
4. એપ્લિકેશન લેયર: એનાલિટિક્સ એન્જિન, ML, APIs.
5. બિઝનેસ લેયર: UI, બિઝનેસ લોજિક, ઇન્ટિગ્રેશન.

કોષ્ટક 12. ઘટક કાર્યો

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

મેમરી ટ્રીક

"DCDA-B - Device Connectivity Data Application Business"

પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 ગુણ]

IoT અમલીકરણની ત્રણ પડકારોની યાદી આપો.

જવાબ

IoT અમલીકરણ પડકારો:

કોષ્ટક 13. પડકારો

પડકાર	વર્ણન
સિક્યુરિટી અને પ્રાઇવસી	ડેટા અને ડિવાઇસ એક્સેસનું સુરક્ષણ
ઇન્ટરઓપરેબિલિટી	વિવિધ પ્રોટોકોલ્સ અને સ્ટાન્ડર્ડ્સ
સ્કેલેબિલિટી	લાખો કનેક્ટેડ ડિવાઇસીસનું મેનેજમેન્ટ

મેમરી ટ્રીક

“SIS - Security Interoperability Scalability”

પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 ગુણ]

IoT પાછળની ટેકનોલોજીને ઉદાહરણો સાથે વર્ણન કરો.

જવાબ

મુખ્ય ટેકનોલોજીઓ:

- સેન્સિંગ ટેકનોલોજી: MEMS, એન્વાયરનમેન્ટલ (DHT22), બાયોમેટ્રિક સેન્સર્સ.
- કમ્યુનિકેશન ટેકનોલોજી: શોર્ટ રેન્જ (વાઇફાઇ, Zigbee), લોંગ રેન્જ (LoRaWAN, 5G).
- કમ્પ્યુટિંગ ટેકનોલોજી: MCUs (ESP32), SBCs (Raspberry Pi).
- ક્લાઉડ ટેકનોલોજી: AWS IoT, Azure IoT, ડેટા એનાલિટિક્સ.

ટેકનોલોજી સ્ટેક ઉદાહરણ:

ક્લાઉડ (AWS)

વાઇફાઇ નેટવર્ક

ESP32 MCU

DHT22 સેન્સર

આકૃતિ 7. ટેકનોલોજી સ્ટેક ઉદાહરણ

મેમરી ટ્રીક

“SCCC - Sensing Communication Computing Cloud”

પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 ગુણ]

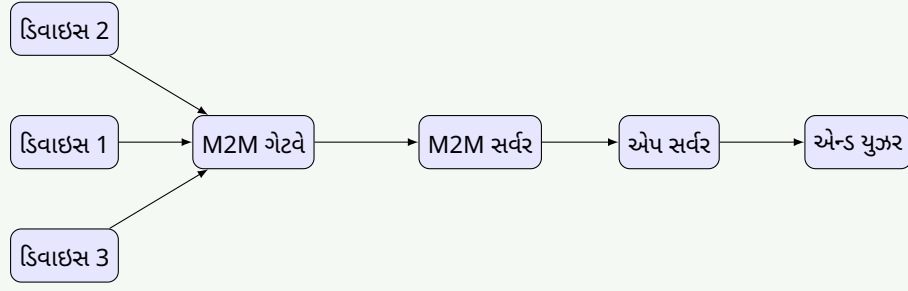
IoT માં M2M કમ્યુનિકેશનની ભૂમિકા ઉદાહરણ એપ્લિકેશન સાથે સમજાવો.

જવાબ

IoT માં M2M કમ્યુનિકેશન:

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

M2M આર્કિટેક્ચર:



આકૃતિ 8. M2M આર્કિટેક્ચર

ઉદાહરણ એપ્લિકેશન: સ્માર્ટ સ્ટ્રીટ લાઇટિંગ સિસ્ટમ

- મોશન સેન્સર્સ: ચળવળ શોધે છે અને Zigbee દ્વારા ડેટા મોકલે છે.
- લાઇટ્સ: "લાઇટિંગ પાથ" બનાવવા માટે વાતચીત કરે છે, બ્રાઇટનેસ એડજસ્ટ કરે છે.
- કંટ્રોલર: સેલ્યુલર કનેક્શન દ્વારા શેડ્યુલ્સ ઓપ્ટિમાઇઝ કરે છે.
- ફાયદાઓ: એનર્જી એફિશિયન્સી (60%), પ્રેડિક્ટિવ મેઇન્ટેનન્સ.

કોષ્ટક 14. પર્ફોર્મન્સ મેટ્રિક્સ

મેટ્રિક	પરંપરાગત	M2M સ્માર્ટ સિસ્ટમ
એનર્જી વપરાશ	100%	40%
રિસ્પોન્સ ટાઇમ	મેન્યુઅલ (કલાકો)	સ્વયંચાલિત (સેકન્ડો)

મેમરી ટ્રીક

“ARSR - Autonomous Real-time Scalable Reliable”

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

IoT માં વપરાતા ત્રણ એપ્લિકેશન લેયર પ્રોટોકોલ્સના નામ આપો.

જવાબ

IoT એપ્લિકેશન લેયર પ્રોટોકોલ્સ:

કોષ્ટક 15. પ્રોટોકોલ્સ

પ્રોટોકોલ	હેતુ
MQTT	લાઇટવેઇટ પબ્લિશ-સબસ્ક્રાઇબ 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 ભૂમિકા: MQTT એ મર્યાદિત સંસાધનો સાથેના IoT ઉપકરણો માટે ડિઝાઇન કરેલ લાઇટવેઇટ પબ્લિશ-સબસ્ક્રાઇબ મેસેજિંગ પ્રોટોકોલ છે.

આર્કિટેક્ચર:



આકૃતિ 9. MQTT આર્કિટેક્ચર

QoS સ્તરો:

- QoS 0: વધુમાં વધુ એક વખત (ફાયર એન્ડ ફરગેટ).
- QoS 1: ઓછામાં ઓછું એક વખત (ગેરેન્ટીડ ડિલિવરી).
- QoS 2: બરાબર એક વખત (જટિલ ડેટા).

મેમરી ટ્રીક

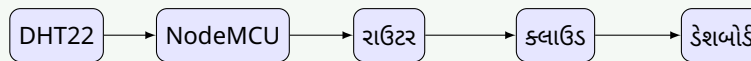
“PQPL - Publish QoS Persistent Last-will”

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

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

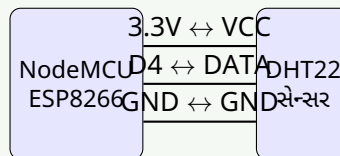
જવાબ

સિસ્ટમ ડિઝાઇન: તાપમાન મોનિટરિંગ સિસ્ટમ



આકૃતિ 10. સિસ્ટમ આર્કિટેક્ચર

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 11. હાર્ડવેર કનેક્શન

કોડ સ્નિપેટ:

Listing 4. Arduino કોડ

```

1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <DHT.h>
3 #define DHT_PIN D4
4 // Setup and Loop to read temp and publish via MQTT
5 float temp = dht.readTemperature();
6 client.publish("sensor/data", String(temp).c_str());
  
```

મેમરી ટ્રીક

“HSCDP - Hardware Software Cloud Data Platform”

પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

IoT એપ્લિકેશનમાં વપરાતા સેન્સર્સના પ્રકારોની યાદી આપો.

જવાબ

IoT સેન્સર પ્રકારો:

કોષ્ટક 16. સેન્સર પ્રકારો

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

મેમરી ટ્રીક

``TML - Temperature Motion Light``

પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 ગુણ]

IoT સિસ્ટમમાં સિક્યુરિટી પડકારોની ચર્ચા કરો.

જવાબ

IoT સિક્યુરિટી પડકારો:

- ડિવાઇસ-લેવલ: નબળી ઓથેન્ટિકેશન, ફર્મવેર વલ્નરેબિલિટીઝ.
- નેટવર્ક-લેવલ: અનએન્ક્રિપ્ટેડ કમ્યુનિકેશન, મેન-ઇન-ધ-મિડલ.
- ક્લાઉડ-લેવલ: ડેટા પ્રાઇવસી, API સિક્યુરિટી, ડેટા બ્રીચીસ.

કોષ્ટક 17. સોલ્યુશન્સ

પડકાર	સોલ્યુશન
નબળી ઓથેન્ટિકેશન	મજબૂત પાસવર્ડ્સ, મલ્ટિ-ફેક્ટર ઓથેન્ટિકેશન
ડેટા ટ્રાન્સમિશન	એન્ડ-ટુ-એન્ડ એન્ક્રિપ્શન (TLS/SSL)
ફર્મવેર	સિક્યોર OTA અપડેટ્સ

મેમરી ટ્રીક

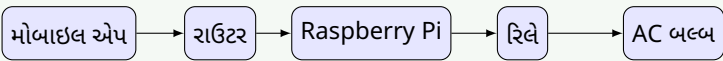
``DNCI - Device Network Cloud Identity``

પ્રશ્ન 4(ક OR) [7 ગુણ]

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

જવાબ

સ્માર્ટ બલ્બ કંટ્રોલ સિસ્ટમ:



આકૃતિ 12. કંટ્રોલ ફ્લો

સિસ્ટમ ઓપરેશન ફ્લો:

- Tap ON: એપ HTTP રિક્વેસ્ટ મોકલે છે -> વેબ સર્વર (Pi) -> GPIO HIGH -> રિલે ON -> બલ્બ ON.
- Tap OFF: એપ HTTP રિક્વેસ્ટ મોકલે છે -> વેબ સર્વર (Pi) -> GPIO LOW -> રિલે OFF -> બલ્બ OFF.

હાર્ડવેર કનેક્શન:

- Raspberry Pi: GPIO 18, 5V, GND રિલે સાથે જોડાયેલ.
- રિલે: AC સર્કિટના લાઇવ વાયરને કંટ્રોલ કરે છે.
- સેફ્ટી: રિલે મોડ્યુલમાં ઓપ્ટોકપલર આઇસોલેશન.

મેમરી ટ્રીક

“MIHRBA - Mobile Internet Home-router Raspberry-pi Relay Bulb”

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

IoT એપ્લિકેશનને વ્યાપક શ્રેણીઓમાં વર્ગીકૃત કરો.

જવાબ

IoT એપ્લિકેશન શ્રેણીઓ:

કોષ્ટક 18. શ્રેણીઓ

શ્રેણી	વર્ણન
કન્સ્યુમર IoT	સ્માર્ટ હોમ્સ, વિયરેબલ્સ, મનોરંજન
ઇન્ડસ્ટ્રિયલ IoT	મેન્યુફેક્ચરિંગ, સપ્લાય ચેઇન, પ્રેડિક્ટિવ મેઇન્ટેનન્સ
ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર IoT	સ્માર્ટ સિટીઝ, ટ્રાન્સપોર્ટેશન, યુટિલિટીઝ

મેમરી ટ્રીક

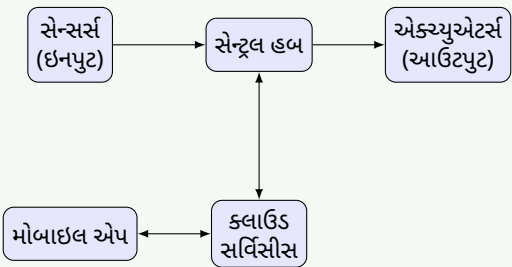
“CII - Consumer Industrial Infrastructure”

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

IoT નો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશન સિસ્ટમની કાર્યપ્રણાલી સમજાવો.

જવાબ

સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશન સિસ્ટમ:



આકૃતિ 13. ઓટોમેશન સિસ્ટમ

ફાયદાઓ:

- એનર્જી એફિશિયન્સી: 20-30% ઘટાડો.
- સિક્યુરિટી: રીઅલ-ટાઇમ અલર્ટ્સ.
- સુવિધા: વોઇસ કમાન્ડ્સ.

મેમરી ટ્રીક

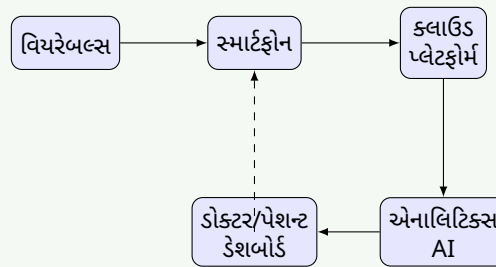
“HCSA - Hub Communication Sensors Actuators”

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

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

જવાબ

IoT હેલ્થકેર મોનિટરિંગ સિસ્ટમ:



આકૃતિ 14. હેલ્થકેર આર્કિટેક્ચર

વિગતવાર ઘટકો:

1. પેશન્ટ ડિવાઇસીસ: સ્માર્ટવોચ, BP મોનિટર, સ્માર્ટ પેચીસ.
2. કમ્યુનિકેશન: BLE થી ફોન, વાઇફાઇ/સેલ્યુલર થી ક્લાઉડ.
3. ક્લાઉડ ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર: HIPAA કમ્પ્લાયન્ટ સ્ટોરેજ, રીઅલ-ટાઇમ પ્રોસેસિંગ.
4. એનાલિટિક્સ: વાઇટલ સાઇન્સ એનાલિસિસ, પ્રેડિક્ટિવ અલર્ટ્સ.
5. ઇન્ટરફેસીસ: પેશન્ટ એપ, ડોક્ટર પોર્ટલ, ઇમર્જન્સી ડેશબોર્ડ.

કાર્યસિદ્ધાંત:

- કલેક્શન: દર 15-30 સેકન્ડે વાઇટલ સાઇન્સ.
- એનાલિસિસ: ML એલ્ગોરિધમ્સ વિસંગતતાઓ તપાસે છે.
- રિસ્પોન્સ: જો ક્રિટિકલ હોય તો ડોક્ટર્સ/કુટુંબને અલર્ટ્સ.

મેમરી ટ્રીક

“WHDCa-UI - Wearables Home-devices Data Communication Analytics User-interface”

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

ત્રણ વાસ્તવિક IoT એપ્લિકેશન્સની યાદી આપો.

જવાબ

વાસ્તવિક IoT એપ્લિકેશન્સ:

કોષ્ટક 19. એપ્લિકેશન્સ

એપ્લિકેશન	વર્ણન
સ્માર્ટ એગ્રિકલ્ચર	સ્વયંચાલિત સિંચાઈ
ઇન્ડસ્ટ્રિયલ મોનિટરિંગ	પ્રેડિક્ટિવ મેઇન્ટેનન્સ
સ્માર્ટ ટ્રાન્સપોર્ટેશન	ટ્રાફિક મેનેજમેન્ટ

મેમરી ટ્રીક

“AIT - Agriculture Industrial Transportation”

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

સ્માર્ટ પાર્કિંગ સિસ્ટમમાં IoT ની ભૂમિકા વર્ણન કરો.

જવાબ

સ્માર્ટ પાર્કિંગ સિસ્ટમ:

- સેન્સર્સ: વાહનની હાજરી શોધે છે.
- કલાઉડ: ઉપલબ્ધતા ગણતરી કરે છે.
- એપ: ડ્રાઇવરોને ખાલી જગ્યાઓ બતાવે છે.

ફાયદાઓ:

- રીઅલ-ટાઇમ ઉપલબ્ધતા અપડેટ્સ.
- સ્વયંચાલિત પેમેન્ટ્સ.
- ઇંધણ વપરાશમાં ઘટાડો.

મેમરી ટ્રીક

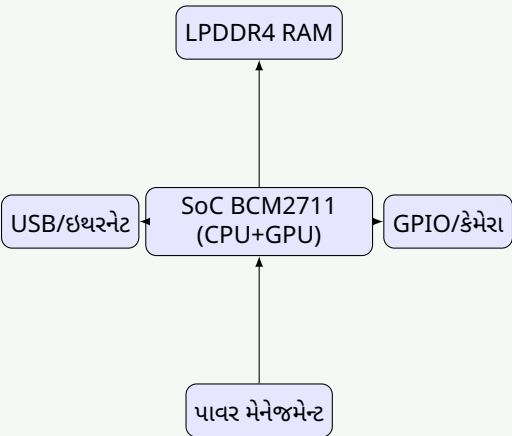
“DCPN - Detection Collection Processing Notification”

પ્રશ્ન 5(ક OR) [7 ગુણ]

Raspberry Pi ના આર્કિટેક્ચર બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો.

જવાબ

Raspberry Pi 4B આર્કિટેક્ચર:



આકૃતિ 15. સરળ આર્કિટેક્ચર

વિગતવાર ઘટકો:

1. **CPU:** ક્વાલ-કોર ARM Cortex-A72 (1.5 GHz).
2. **GPU:** VideoCore VI (4K વિડિયો સપોર્ટ).
3. **RAM:** 1GB - 8GB LPDDR4 વિકલ્પો.
4. **કનેક્ટિવિટી:** ગિગાબિટ ઇથરનેટ, ડ્યુઅલ-બેન્ડ વાઇફાઇ, BT 5.0.
5. **I/O:** 40-pin GPIO, 2x માઇક્રો-HDMI, CSI/DSI પોર્ટ્સ.

ફાયદાઓ:

- સંપૂર્ણ Linux OS સપોર્ટ.
- સમૃદ્ધ સમુદાય ઇકોસિસ્ટમ.
- કોસ્ટ-ઇફેક્ટિવ (\$35+).

મેમરી ટ્રીક

“CPU-GPU-SoC-MEM-CONN-IO-PWR-BOOT - Complete Pi Architecture”