

# Subject Name (Gujarati)

4353201 -- Winter 2024

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

## પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

સિંગલ હોપ અને મલ્ટિહોપ નેટવર્કની સરખામણી કરો.

### જવાબ

| પેરામીટર      | સિંગલ હોપ નેટવર્ક                 | મલ્ટિહોપ નેટવર્ક       |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|
| કમ્પ્યુનિકેશન | સીધું બેઝ સ્ટેશન સાથે             | મધ્યવર્તી નોડ્સ દ્વારા |
| અનર્જી વપરાશ  | દૂરના નોડ્સ માટે વધુ              | નોડ્સ વચ્ચે વિતરિત     |
| નેટવર્ક કવરેજ | ટ્રાન્સમિશન રેન્જ દ્વારા મર્યાદિત | વિસ્તૃત કવરેજ વિસ્તાર  |
| જટિલતા        | સરળ રાઉટિંગ                       | જટિલ રાઉટિંગ પ્રોટોકોલ |

- સિંગલ હોપ: બધા નોડ્સ બેઝ સ્ટેશન સાથે સીધો સંપર્ક કરે છે
- મલ્ટિહોપ: ડેટા ગંતવ્ય સુધી પહોંચવા માટે અનેક મધ્યવર્તી નોડ્સમાંથી પસાર થાય છે

### મેમરી ટ્રીક

"સિંગલ ડાયરેક્ટ, મલ્ટિ રિલે"

## પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

સેન્સર નોડના મૂળભૂત ઘટકો સમજાવો.

### જવાબ

#### Mermaid Diagram (Code)

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

#### મૂળભૂત ઘટકો:

- સેન્સિંગ સબસિસ્ટમ: સેન્સર અને ADC નો ઉપયોગ કરીને પર્યાવરણમાંથી ડેટા એક્સ્ટ્રાક્શન કરે છે
- પ્રોસેસિંગ સબસિસ્ટમ: ડેટા પ્રોસેસિંગ માટે મેમરી સાથે માઇક્રોલોલર/પ્રોસેસર
- કમ્પ્યુનિકેશન સબસિસ્ટમ: વાયરલેસ ડેટા ટ્રાન્સમિશન માટે રેડિયો ટ્રાન્સ્સિસ્ટર
- પાવર સબસિસ્ટમ: પાવર સપ્લાય માટે બેટરી અથવા એનર્જી હાર્વેસ્ટિંગ યુનિટ

### મેમરી ટ્રીક

"સેન્સ પ્રોસેસ કમ્પ્યુનિકેટ પાવર"

## પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

WSN માં પાવર કન્જમ્પશન ઘટાડવા માટે કોઈપણ ચાર ટેકનોલોજીની યાદી બનાવો અને કોઈપણ બે ટેકનોલોજીને વિગતવાર સમજાવો.

### જવાબ

ચાર પાવર રિડક્ષન ટેકનોલોજીઓ:

| ટેકનોલોજી           | વર્ણન   |
|---------------------|---|
| સ્લીપ શેડ્યુલિંગ    | નોડ્સ સક્રિય અને સ્લીપ મોડ વરચે ફેરફાર કરે છે         |
| ડેટા એગ્રિગેશન      | અનેક ડેટા પેકેટ્સને એક જ ટ્રાન્સમિશનમાં જોડે છે       |
| ટોપોલોજી કંટ્રોલ    | અનર્જી ઘટાડવા માટે નેટવર્ક સ્ટ્રક્ચર ઓપ્ટિમાઇઝ કરે છે |
| એનર્જી હાર્વેસ્ટિંગ | સોલાર, વાઇબ્રેશન જેવા રિન્યુઆબલ સોર્સનો ઉપયોગ કરે છે  |

વિગતવાર સમજૂતી:

1. સ્લીપ શેડ્યુલિંગ:

- એક્ટિવ મોડ: નોડ સેન્સિંગ, પ્રોસેસિંગ, કમ્પ્યુનિકેશન કરે છે
- સ્લીપ મોડ: નોડ બિનજરી ઘટકોને પાવર ડાઉન કરે છે
- ફાયદા: આઇડલ લિસનિંગ એનર્જી કન્જમ્પશન 90% સુધી ઘટાડ છે

2. ડેટા એગ્રિગેશન:

- પ્રક્રિયા: મધ્યવર્તી નોડ્સ પર અનેક સેન્સર રીડિંગ્સ જોડવામાં આવે છે
- ટેકનિક્સ: એવરેજ, મેઝિસમ્મ, મિનિમન્ ફંક્શન્સ લાગુ કરવામાં આવે છે
- ફાયદા: કુલ ટ્રાન્સમિશનની સંખ્યા નોંધપાત્ર રીતે ઘટાડ છે

### મેમરી ટ્રીક

"સ્લીપ એગ્રિગેટ ટોપોલોજી હાર્વેસ્ટ"

## પ્રશ્ન 1(ક) OR [7 ગુણ]

વાયરલેસ સેન્સર નેટવર્કના કોઈપણ ચાર પડકારોની યાદી બનાવો અને કોઈપણ બેને વિગતવાર સમજાવો.

### જવાબ

ચાર WSN પડકારો:

| પડકાર                  | અસર                                  |
|------------------------|--------------------------------------|
| મર્યાદિત એનર્જી        | નેટવર્ક લાઇફટાઇમને અસર કરે છે        |
| મર્યાદિત બેન્ડવિડથ     | ડેટા ટ્રાન્સમિશનને મર્યાદિત કરે છે   |
| સિક્યુરિટી વલનરેબિલિટી | ડેટા ઇટેગ્રિટીને જોખમમાં મૂકે છે     |
| સ્કેલેબિલિટી ઇશ્યુઝ    | મોટા નેટવર્ક પરફોર્મન્સને અસર કરે છે |

વિગતવાર સમજૂતી:

1. મર્યાદિત એનર્જી:

- બેટરી કન્સ્ટ્રીન્ટ: નોડ્સ મર્યાદિત કેપેસિટી સાથે નાની બેટરીઓ પર કામ કરે છે
- એનર્જી ડિપ્લીશન: ટ્રાન્સમિશન અને રિસેપ્શન દરમિયાન ઉર્ચ એનર્જી વપરાશ
- સોલ્યુશન એપોયા: પાવર મેનેજમેન્ટ પ્રોટોકોલ્સ, એનર્જી-એફિશિયન્ટ રાઉટિંગ

2. સિક્યુરિટી વલનરેબિલિટી:

- ફિલોકલ એટેક્સ: નોડ્સને ભૌતિક રીતે કેપ્ચર અથવા નુકસાન થઈ શકે છે
- નેટવર્ક એટેક્સ: ઇવ્સડ્રોપિંગ, જેમિંગ, ડિનાયલ ઓફ સર્વિસ એટેક્સ
- કાઉન્ટરમેજર્સ: એન્ક્રિપ્શન, ઓથેન્ટિકેશન, સિક્યુર રાઉટિંગ પ્રોટોકોલ્સ

### મેમરી ટ્રીક

"એનર્જી બેન્ડવિડથ સિક્યુરિટી સ્કેલ"

## પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

"IEEE 802.15.4 સ્ટાર્ડ અને ZigBee સ્પેસિફિકેશન્સ વાયરલેસ સેન્સર નેટવર્ક માટે લોકપ્રિય પ્રોટોકોલ પસંદગીઓ છે" - જસ્ટિફિકેશન

### જવાબ

જસ્ટિફિકેશન ટેબલ:

| ફીચર              | WSN માટે ફાયદો                |
|-------------------|-------------------------------|
| લો પાવર કન્જમ્પશન | બેટરી લાઇફ વધારે છે           |
| લો ડેટા રેટ       | સેન્સર ડેટા માટે યોગ્ય        |
| શોષ્ટ રેન્જ       | કલસ્ટરડ સેન્સર્સ માટે પરફૂક્ટ |
| લો કોસ્ટ          | મોટા ડિપ્લોયમેન્ટ માટે આર્થિક |

- IEEE 802.15.4: PHY અને MAC લેયર સ્પેસિફિકેશન્સ પ્રદાન કરે છે
- ZigBee: ટોચ પર નેટવર્ક અને એપ્લિકેશન લેયર્સ ઉમેરે છે
- પરફૂક્ટ મેચ: WSN આવશ્યકતાઓ પ્રોટોકોલ ક્ષમતાઓ સાથે સંરેખ્ખિત થાય છે

### મેમરી ટ્રીક

"લો પાવર, લો ડેટા, લો કોસ્ટ, લો રેન્જ"

## પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

યોગ્ય ઉદાહરણની મદદથી એનર્જી એફિશિયન્ટ રાઉટિંગ સમજાવો

### જવાબ

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --- B[ 1{}br/{} : 80%]
    A --- C[ 2{}br/{} : 30%]
    B --- D[ ]
    C --- D
    style B fill:#90EE90
    style C fill:#FFB6C1
{Highlighting}
{Shaded}

```

એનર્જી એફિશિયન્ટ રાઉટિંગ:

- ઉદ્દેશ્ય: નેટવર્ક લાઇફટાઇમ મહત્તમ કરતા પાથ્સ પસંદ કરો
- ઓપ્રોયા: નોડ્સના બાકી બેટરી લેવલ્સ ધ્યાનમાં લો
- ઉદાહરણ: નોડ 2 (30% બેટરી) ને બદલે નોડ 1 (80% બેટરી) દ્વારા રૂટ કરો

મુખ્ય ટેકનિક્સ:

- બેટરી અવેરેનેસ: બાકી એનર્જી લેવલ્સનું નિરીક્ષણ કરો
- લોડ બેલેન્સિંગ: અનેક પાથ્સ વચ્ચે ટ્રોફિક વિતરણ કરો
- કલસ્ટરાંગ: લાંબા-અંતરના ટ્રાન્સમિશન ઘટાડવા માટે નજીકના નોડ્સને ચુપ કરો

### મેમરી ટ્રીક

"બેટરી બેલેન્સ કલસ્ટર"

## પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

યોગ્ય સ્કેચની મદદથી LEACH પ્રોટોકોલના સેટઅપ અને સ્ટેડી સ્ટેપ ફેઝ સમજાવો.

## જવાબ

sequenceDiagram

```

    participant N1 as 1
    participant N2 as 2 (CH)
    participant N3 as 3
    participant BS as
  
```

Note over N1,BS:

```

N2{-N1: (CH)}
N2{-N3: (CH)}
N1{-N2: }
N3{-N2: }
N2{-N1: TDMA }
N2{-N3: TDMA }
  
```

Note over N1,BS:

```

N1{-N2: ( 1)}
N3{-N2: ( 2)}
N2{-BS: }
  
```

**LEACH પ્રોટોકોલ ફેન્ડિસ:**

સેટઅપ ફેઝ:

- કલસ્ટર હેડ સિલેક્શન: પ્રોબેબિલિટી થ્રેશોલ્ડ આધારિત રેન્ડમ સિલેક્શન
- એડવર્ટાઇઝમેન્ટ: પસંદ કરેલા CH એનાઉન્સમેન્ટ મેસેજ્જિસ બ્રોડકાસ્ટ કરે છે
- કલસ્ટર ફિભેશન: નોન-CH નોડ્સ નજીકના કલસ્ટર હેડમાં જોડાય છે
- શેડ્યુલ ફિચેશન: CH કલસ્ટર મેમ્બર્સ માટે TDMA શેડ્યુલ બનાવે છે

સ્ટેડી સ્ટેપ ફેઝ:

- ડેટા ટ્રાન્સમિશન: નોડ્સ TDMA શેડ્યુલ અનુસાર CH ને ડેટા મોકલે છે
- એગ્રિગેશન: CH કલસ્ટર મેમ્બર્સ પાસેથી પ્રાપ્ત ડેટાને જોડે છે
- ડેટા ફોરવર્કિંગ: CH એગ્રિગેટ ડેટાને બેઝ સ્ટેશન પર ટ્રાન્સમિટ કરે છે

ફાયદા:

- અનર્જી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન: નોડ્સ વચ્ચે CH રોલ રોટેટ કરે છે
- કોલિગન એવોઈડન્સ: TDMA શેડ્યુલિંગ ઇન્ટરફેરન્સ અટકાવે છે

## મેમરી ટ્રીક

“સિલેક્ટ એડવર્ટાઇઝ જોઇન શેડ્યુલ, સેન્ડ એગ્રિગેટ ફોરવર્ક”

## પ્રશ્ન 2(અ) OR [3 ગુણ]

વાયરલેસ સેન્સર નેટવર્કમાં રાઉટિંગ પ્રોટોકોલ્સનું વર્ગીકરણ આપો.

## જવાબ

WSN રાઉટિંગ પ્રોટોકોલ વર્ગીકરણ:

| વર્ગીકરણ આધાર       | પ્રકારો                                 |
|---------------------|---|
| નેટવર્ક સ્ટ્રક્ચર   | ફ્લેટ, હાઇરાર્કિકલ, લોકેશન-બેઝિડ        |
| પ્રોટોકોલ ઓપરેશન    | મલ્ટિપાથ, કવરેરી-બેઝિડ, નેગોસિએશન-બેઝિડ |
| પાથ એસ્ટેબ્લિશમેન્ટ | પ્રોએક્ટિવ, રિએક્ટિવ, હાઇબ્રિડ          |

મુખ્ય કેટેગરીઓ:

- ફ્લેટ રાઉટિંગ: બધા નોડ્સની સમાન ભૂમિકા (જેમ કે, ફલટિંગ, SPIN)
- હાઇરાર્કિકલ રાઉટિંગ: કલસ્ટર-બેઝિડ એપ્રોટ્યુલ (જેમ કે, LEACH, TEEN)
- લોકેશન-બેઝિડ રાઉટિંગ: જિયોગ્રાફિક ઇન્ફોર્મેશનનો ઉપયોગ (જેમ કે, GEAR)

## પ્રશ્ન 2(બ) OR [4 ગુણ]

સ્કેચની મદદથી લોડ્યુટી સાઇકલ પ્રોટોકોલના વેકઅપ કોન્સોપ્ટને સમજાવો.

## જવાબ

```
Time {-{-}}
Node A: [Sleep] {-{-}{-}} [Wake] {-}{-} [Listen] {-}{-}{-} [Sleep] {-}{-}{-} [Wake] {-}{-}{-} [Listen] {-}{-}{-} [Sleep]
Node B: [Sleep] {-{-}{-}} {-}{-}{-} [Wake] {-}{-}{-} [Tx] {-}{-}{-} [Sleep] {-}{-}{-}{-}{-} [Wake] {-}{-}{-} [Listen] {-}{-}{-} [Sleep]
|           |           |           |           |           |           |           |           |
0           T1          T2          T3          T4          T5          T6          T7          T8          T9
```

લોડ્યુટી સાઇકલ વેકઅપ કોન્સોપ્ટ:

- સ્લીપ પીરિયડ: એનર્જી બચાવવા માટે નોડ્સ રેડિયો બંધ કરે છે
- વેક પીરિયડ: નોડ્સ સમયાંતરે કમ્પ્યુનિકેશન ચેક કરવા માટે જાગે છે
- સિંક્રોનાઇઝેશન: સેન્ડરને રિસીવરના વેકઅપ શેડ્યુલની જાણ હોવી જરૂરી

મુખ્ય ફ્રાયદા:

- એનર્જી સેવિંગ્સ: આઇડલ લિસનિંગ 99% સુધી ઘટાડે છે
- કોઓર્ડિનેટેડ એક્સેસ: વેકઅપ પીરિયડ દરમિયાન કોલિઝન અટકાવે છે

## મેમરી ટ્રીક

## પ્રશ્ન 2(ક) OR [7 ગુણ]

S-MAC પ્રોટોકોલના Synch, RTS અને CTS તબક્કાઓ અને તેના મેસેજ પાસિંગ એપ્રોચ સમજાવો.

## જવાબ

```
sequenceDiagram
    participant A as A
    participant B as B
    participant C as C

    Note over A,C:
    A{-B: SYNC ( )}
    A{-C: SYNC ( )}
    B{-A: SYNC (ACK)}
    C{-A: SYNC (ACK)}

    Note over A,C: RTS/CTS
    A{-B: RTS ( )}
    B{-A: CTS ( )}
    Note over C: CTS , 

    Note over A,C:
    A{-B: DATA}
    B{-A: ACK}
```

**S-MAC પ્રોટોકોલ ફેઝીસ:**

- સિંક્રોનાઇઝેશન ફેઝ:**
  - હેતુ: સામાન્ય સ્લીપ/વેક શેડ્યુલ સ્થાપિત કરવું
  - પ્રક્રિયા: નોડ્સ શેડ્યુલ ઇન્ફોમેશન સાથે SYNC પેકેટ્સનું વિનિમય કરે છે
  - ફાયદા: નેટવર્ક વ્યાપી કોઓર્ડિનેટેડ સ્લીપ પેટર્ન સુનિશ્ચિત કરે છે
- RTS ફેઝ (રિસ્ક્વેસ્ટ ટુ સેન્ડ):**
  - શરૂઆત: સેન્ડર ઇન્ટેન્ડ રિસીવર ને RTS પેકેટ ટ્રાન્સમિટ કરે છે

- કન્ટેન્ટ: સોર્સ એડ્રેસ, ડેસ્ટિનેશન એડ્રેસ, ટ્રાન્સમિશન રજુરેશન

**3. CTS ફેજ (કિલિપર ટુ સેન્ડ):**

  - રિસ્પોન્સ: રિસીવર ઉપલબ્ધતાની પુષ્ટિ કરતું CTS પેકેટ મોકલે છે
  - વર્ચ્યુઅલ સેન્ટિન્સિંગ: પડોશી નોડ્સ CTS સાંભળે છે અને ટ્રાન્સમિશન મુલતવી રાખે છે

**મેસેજ પાસિંગ એપ્રોથ્યુ:**

  - કોલિગ્ન એવોઇડન્સ: RTS/CTS હેન્ડશેક હિડન ટર્મિનલ પ્રોબ્લેમ અટકાવે છે
  - એન્જીઝ કન્ગર્વેશન: ઓવરહિયરિંગ નોડ્સ ડેટા એક્સસ્યોન્જ દરમિયાન સ્લીપ મોડમાં જાય છે
  - પીરિયોડિક સિક્ઝનાઈડેશન: નેટવર્ક-વાઇડ શેડ્યુલ કોઓડિનેશન જાળવે છે

ਮੇਮਰੀ ਟ੍ਰੀਕ

## “सिंक रिक्वेस्ट क्लियर टान्समिट”

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગણ]

IEEE 802.15.4 સ્ટાન્ડર્ડનાં સપર ફેમ સ્ટક્યુર સમજાવો.

ଜୟାମ

| Super Frame (15.36 ms) |      |      |      |     |     |     |        |
|------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|--------|
| Inactive               |      |      |      |     |     |     |        |
| Beacon                 | Slot | Slot | Slot | GTS | GTS | GTS | Period |
| 8                      | 0    | 1    | 2    | 1   | 2   | 3   |        |

સુપર ફેમ ઘટકો:

| ઘટક        | વર્ણન                   | અવધિ     |
|------------|-------------------------|----------|
| બીકન       | નેટવર્ક સિંકોનાઇડેશન    | નિશ્ચિયત |
| CAP        | કન્ટેન્શન એક્સેસ પીરિયડ | ચલ       |
| CFP        | કન્ટેન્શન ફી પીરિયડ     | ચલ       |
| ઇનાયેક્ટિવ | સ્લીપ પીરિયડ            | ચલ       |

- **CAP:** યેનલ એક્સેસ માટે CSMA/CA નો ઉપયોગ કરે છે
  - **CFP:** રિયલ-ટાઇમ ડેટા માટે GTS (ગેરેન્ટીડ ટાઇમ સ્લોટ્સ) નો ઉપયોગ કરે છે
  - **ઇનાયેક્ટિવ પીરિયદ:** ડિવાઇસિસ લો-પાવર મોડમાં જઈ શકે છે

ਮੇਮਰੀ ਟੀਕ

“ਬੀਕਨ ਫਾਰਮੇਂਟ ਗੋਰੇਨਟੀ ਸਲੀਪ”

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

M2M અને IoT ટેકનોલોજીની સરખામણી કરો.

ଜ୍ଵାବ

| પેરામીટર        | M2M                  | IoT                      |
|-----------------|----------------------|--------------------------|
| કમ્પ્યુનિકેશન   | પોઇન્ટ-ટુ-પોઇન્ટ     | ઇન્ટરનેટ-વેર્કડ          |
| ડેટા પ્રોસેસિંગ | લોકલ                 | કલાઇડ-વેર્કડ             |
| ક્રેન્કિટવિટી   | સેલ્વ્યુલર/વાયર્ડ    | અનેક પ્રોટોકોલ્સ         |
| એપ્લિકેશન-સ     | વિશિષ્ટ ઇન્ડસ્ટ્રીજી | કન્યામર અને ઇન્ડસ્ટ્રીયલ |

મખ્ય તકાવતો:

- M2M: મશીન-તુ-મશીન ડાયરેક્ટ કમ્પ્યુનિકેશન
  - IoT: કલાઉડ ઇન્ટિગ્રેશન સાથે ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ
  - સ્કોપ: M2M એ વ્યાપક IoT ઇકોસિસ્ટમનો ઉપસમૂહ છે
  - ઇન્ટેલિજન્સ: IoT વધ એડવાન્ડ એનાલિટિક્સ અને AI મધ્યાન કરે છે

## પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

IoT આર્કિટેક્ચરનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો

## જવાબ

## Mermaid Diagram (Code)

```

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

IoT આર્કિટેક્ચર લેયર્સ:

- ફિઝિકલ લેયર:**
  - ઘટકો: સેન્સર્સ (તાપમાન, ભેજ), એક્ચ્યુઅટર્સ (મોટર્સ, વાલ્વ્સ)
  - કાર્ય: ભૌતિક પર્યાવરણમાંથી ડેટા કલેક્શન
- કોર્ન્ટિકલ લેયર:**
  - પ્રોટોકોલ્સ: WiFi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, સેલ્યુલર
  - કાર્ય: ડિવાઇસિસમાંથી પ્રોસેસિંગ સેન્ટર્સ સુધી ડેટા ટ્રાન્સમિટ કરવું
- ડેટા પ્રોસેસિંગ લેયર:**
  - ટેકનોલોજીઓ: એજ કમ્પ્યુટિંગ, ફોગ કમ્પ્યુટિંગ
  - કાર્ય: સેન્સર ડેટાની રિયલ-ટાઈમ પ્રોસેસિંગ અને ફિલ્ટરિંગ
- ડેટા એક્સ્યુમ્યુલેશન લેયર:**
  - ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર: કલાઉડ સ્ટોરેજ, ડેટા વેરહાઉસિસ
  - કાર્ય: IoT ડેટાના વિશાળ પ્રમાણને સ્ટોર કરવું
- ડેટા એબ્સ્ટ્રેક્શન લેયર:**
  - ઘટકો: ડેટાબેસિસ, ડેટા એનાલિટિક્સ એન્જિન્ઝિન્સ
  - કાર્ય: એપ્લિકેશન્સ માટે ડેટાને ઓર્ગનાઇઝ અને તૈયાર કરવું
- એપ્લિકેશન લેયર:**
  - સર્વિસીસ: વેબ એપ્લિકેશન્સ, મોબાઇલ એપ્સ, ડેશબર્ડોર્સ
  - કાર્ય: યુઝર ઇન્ટરફેસિસ અને બિજનેસ લોજિક પ્રદાન કરવું
- કોલાબોરેશન લેયર:**
  - ઇન્ટિગ્રેશન: ERP સિસ્ટમ્સ, બિજનેસ પ્રોસેસિસ
  - કાર્ય: વિવિધ સ્ટેકહોલ્ડર્સ વચ્ચે કોલાબોરેશન સક્ષમ કરવું

## મેમરી ટ્રીક

## પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

MAC પ્રોટોકોલની એનર્જી સમસ્યાઓ સમજાવો

## જવાબ

MAC પ્રોટોકોલ્સમાં એનર્જી સમસ્યાઓ:

| સમસ્યા                               | વર્ણન  | અસર  |
|--------------------------------------|--|--|
| આઇડલ લિસનિંગ<br>કોલિઝન<br>ઓવરહિયરિંગ | કમ્પ્યુનિકેશન વિના રેડિયો ચાલુ રહે છે<br>અનેક ટ્રાન્સમિશન ઇન્ટરફેર કરે છે<br>અપ્રસ્તુત પેકેટ્સ પ્રાપ્ત કરતું | 50-60% એનર્જી વેસ્ટ<br>રિટ્રાન્સમિશન ઓવરહેડ<br>બિનજરૂરી એનર્જી વપરાશ |

#### મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- આઇડલ લિસનિંગ: WSN માં સૌથી વધુ એનર્જી-વપરાતી પ્રવૃત્તિ
- પ્રોટોકોલ ઓવરહેડ: કંટ્રોલ પેકેટ્સ વધારાની એનર્જી વપરે છે
- પૂર્વ ગરીબ શેડ્યુલિંગ: બિનકાર્યક્ષમ ચેનલ એક્સેસ એનર્જી વધારે છે

#### મેમરી ટ્રીક

"આઇડલ કોલાઇડ ઓવરહિયર"

### પ્રશ્ન 3(બ) OR [4 ગુણ]

IoT સિસ્ટમ માટે મોડિફાઇડ OSI મોડેલ સમજાવો

#### જવાબ

IoT માટે મોડિફાઇડ OSI મોડેલ:

| લયર          | પરંપરાગત OSI     | IoT મોડિફિકેશન                   |
|--------------|------------------|----------------------------------|
| એપ્લિકેશન    | યુઝર એપ્લિકેશન્સ | IoT એપ્લિકેશન્સ, કલાઉડ સર્વિસ્ઝસ |
| પ્રેન્ટેશન   | ડેટા ફોર્મેટિંગ  | JSON, XML, CoAP                  |
| સેશન         | સેશન મેનેજમેન્ટ  | MQTT, HTTP સેશન્સ                |
| ટ્રાન્સપોર્ટ | TCP, UDP         | UDP, CoAP, MQTT                  |
| નેટવર્ક      | IP રાઉટિંગ       | 6LoWPAN, IPv6                    |
| ડેટા લિંક    | Ethernet, WiFi   | IEEE 802.15.4, LoRa              |
| ફિઝિકલ       | ફિઝિકલ મીડિયમ    | સેન્સર્સ, એક્સ્યુએટર્સ, રેડિયો   |

#### મુખ્ય મોડિફિકેશન્સ:

- લાઇટવેઇટ પ્રોટોકોલ્સ: રિસોર્સ-કન્સ્ટ્રેઇન્ડ ડિવાઇસિસ માટે ઓપ્ટિમાઇઝડ
- એનર્જી એફિશિયન્સી: લો પાવર કન્જમશન માટે ડિજાઇન કરેલા પ્રોટોકોલ્સ
- ઇન્ટરસ્પેરેબિલિટી: વિવિધ IoT ડિવાઇસિસ અને પ્લેટફોર્મ્સ માટે સપોર્ટ

#### મેમરી ટ્રીક

"એપ્સ પ્રેન્ટ સેશન ટ્રાન્સપોર્ટ નેટવર્ક લિંક ફિઝિકલ"

### પ્રશ્ન 3(ક) OR [7 ગુણ]

IoT ના સ્લોટો વર્ગીકરણો

#### જવાબ

IoT સ્લોટો વર્ગીકરણ:

```
mindmap
  root((IoT))
    
```

- ટેકનોલોજી ઇવોલ્યુશન સ્તોતો:**
    - ઇન્ટરનેટ વિસ્તરણ: ગ્લોબલ કનેક્ટિવિટી ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર ડેવલપમેન્ટ
    - મોબાઇલ રિવોલ્યુશન: સ્માર્ટફોન અને ટેબ્લેટ્સ કનેક્ટેડ ઇકોસિસ્ટમ બનાવે છે
    - કલાઉડ કમ્પ્યુટિંગ: સ્કેલેબલ કમ્પ્યુટિંગ અને સ્ટોરેજ રિસોર્સિસ
    - બિગ ડેટા એનાલિટિક્સ: વિશાળ ડેટા વોલ્યુમ્સ પ્રોસેસ કરવાની ક્ષમતા
  - બિજનેસ ડ્રાઇવર્સ:**
    - ઓપરેશનલ એફિશિયન્સી: બિજનેસ પ્રોસેસિસનું ઓટોમેશન અને ઓપ્ટિમાઇઝેશન
    - કોસ્ટ રિડક્શન: ઓપરેશનલ અને મેઇન્ટેનાન્સ કોસ્ટ ઓછી
    - નવા બિજનેસ મોડલ્સ: ડેટા-ડ્રિવન સર્વિસિસ અને પ્રોડક્ટ્સ
    - કસ્ટમર સેટિસફેક્શન: સ્માર્ટ સર્વિસિસ દ્વારા યુઝર એક્સપ્રીયન્સ વધારવું
  - ટેકનોલોજીકલ એનેબલસ:**
    - સેન્સર એડવાન્સમેન્ટ: નાના, સસ્તા, વધુ સચોટ સેન્સર્સ
    - કમ્પ્યુનિકેશન પ્રોટોકોલ્સ: બહેતર વાયરલેસ પ્રોટોકોલ્સ અને સ્ટાન્ડર્ડ્સ
    - પ્રોસેસિંગ ઇવોલ્યુશન: વધુ શક્તિશાળી છતાં એનજી-એફિશિયન્ટ પ્રોસેસર્સ
    - સ્ટોરેજ રિવોલ્યુશન: સસ્તું અને વધુ વિશ્વસનીય ડેટા સ્ટોરેજ સોલ્યુશન્સ
  - માર્કેટ ડિમાન્ડ્સ:**
    - સ્માર્ટ સિટીઓ: શહેરી આયોજન અને ઇન્ફાસ્ટ્રક્ચર મેનેજમેન્ટ
    - હેલ્થકેર: રિમોટ મોનિટરિંગ અને ટેલિમેડિસિન
    - ઇન્ડસ્ટ્રિયલ ઓટોમેશન: ઇન્ડસ્ટ્રી 4.0 અને સ્માર્ટ મેન્યુક્ષેક્ચરિંગ
    - એન્વાયરન્મેન્ટલ મોનિટરિંગ: કલાઈમેટ ચેન્જ અને સર્સનેબિલિટી ચિંતાઓ
- મુખ્ય કન્વર્જન્સ ફેક્ટર્સ:**
- IPv6 એડોપ્શન: અભજો ડિવાઇસિસ માટે અનલિમિટેડ એડ્રેસિંગ
  - 5G નેટવર્ક્સ: હાઇ-સ્પીડ, લો-લેટન્સી કમ્પ્યુનિકેશન
  - AI ઇન્ટિગ્રેશન: ઇન્ટેલિજન્ટ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન મેર્કેટ માટે મશીન લર્નિંગ

### મેમરી ટ્રીક

"ટેકનોલોજી બિજનેસ એનેબલ માર્કેટ"

### પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

IoT ના મૂળભૂત ઘટકોને સંક્ષિપ્તમાં સમજાવો.

#### જવાબ

મૂળભૂત IoT ઘટકો:

| ઘટક             | કાર્ય              | ઉદાહરણ                    |
|-----------------|--------------------|---------------------------|
| સેન્સર્સ        | ડેટા કલેક્શન       | તાપમાન, દબાસા, ગતિ        |
| કનેક્ટિવિટી     | ડેટા ટ્રાન્સમિશન   | WiFi, Bluetooth, સેલ્ફુલર |
| ડેટા પ્રોસેસિંગ | ઇન્ફારેશન એનાલિસિસ | એજ/કલાઉડ કમ્પ્યુટિંગ      |
| યુઝર ઇન્ટરફેસ   | હ્યુમન ઇન્ટરફેશન   | મોબાઇલ એપ્સ, ડેશબોર્ડ્સ   |

#### કોર ફંક્શન્સ:

- સેન્સિંગ: પર્યાવરણીય ડેટા એક્સ્ટ્રાક્શન કરવું
- કનેક્ટિવિંગ: પ્રોસેસિંગ સેન્સર્સ સુધી ડેટા ટ્રાન્સમિશન કરવું
- પ્રોસેસિંગ: એનાલિસિસ અને ઇન્સાઇટ્સ કાઢવાની ક્ષમતા
- એક્ઝ્ટિંગ: એનાલિસિસ આધારે એક્સ્ટ્રાક્શન કરવું

ਮੇਮਰੀ ਟ੍ਰੈਕ

## “सेन्स कनेक्ट प्रोसेस इन्टरक्स”

### પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

કન્સ્ટ્રોઇન્ડ એપ્લિકેશન પ્રોટોકોલ (CoAP) ની સંક્ષિપ્તમાં ચર્ચા કરો.

ଜ୍ଵାବ

## CoAP પ્રોટોકોલ ઓવરવ્યુ:

CoAP ફીચર્સ:

| ફીચર      | વર્ણન                     | ફાયદો              |
|-----------|---------------------------|--------------------|
| લાઇટવેઇટ  | સિમ્પલ પ્રોટોકોલ ડિજાઇન   | લો રિસોર્સ વેજ     |
| UDP-પેક્સ | UDP ટ્રાન્સપોર્ટ વાપરે છે | રિડ્યુસ્ડ ઓવરહેડ   |
| RESTful   | REST આર્કિટેક્ચર          | ઇતી ઇન્ટિગ્રેશન    |
| રિલાયબલ   | બિલ્ડ-ઇન રિટૉન્સમિશન      | એન્થ્યોર્સ ડિલિવરી |

મુખ્ય લક્ષણો:

- **რიკვესტ/რისპო-ნს:** HTTP समान परंतु IoT माटे ओपिट्माइज़ड
  - **कन्फ़िग्युल ऐसोजिस:** एकोनोलेजमेन्ट्स द्वारा रिलायबिलिटी
  - **रिसोर्स डिस्कवरी:** बिल्ट-इन सर्विस डिस्कवरी मेकेनिज़म
  - **ब्लॉक ट्रान्सक्शन:** मोटा डेटा ट्रान्सफर्म माटे सोर्पेट

ਮੈਮਰੀ ਟੀਕ

## “લાઇટ UDP REST રિલાયેબલ”

પ્રશ્ન 4(ક) [૭ ગુણ]

કલાઉડ ટ્રાન્ઝેફર અને કંપ્લેક્સ ડિવાઇસ (એક્સ્પ્રેસ) મેનેજમેન્ટની પ્રક્રિયા સમજાવો.

ଜ୍ଵାବୁ

```
sequenceDiagram
    participant S as
    participant G as
    participant C as
    participant A as
    participant U as

    S{-G: } 
    G{-C: } (MQTT/HTTP)
    C{-C: }
    C{-U: } {-} 
    U{-C: } 
    C{-G: } 
    G{-A: } 
    A{-G: }
```

### કલાઉડ-વેર્ડ IOT મેનેજમેન્ટ પ્રોસેસ:

#### 1. ડેટા કલેક્શન ફેઝ:

- સેન્સર્સ: પર્યાવરણીય ડેટા એકત્રિત કરે છે (તાપમાન, ભેજ, ગતિ)
- લોકલ પ્રોસેસિંગ: એજ ડિવાઇસિસ પર બેઝિક ફિલ્ટરિંગ અને ફોર્મેટિંગ
- ડેટા ટ્રાન્સમિશન: WiFi/સેલ્યુલર કનેક્શન દ્વારા કલાઉડ પર ડેટા મોકલવું

#### 2. કલાઉડ પ્રોસેસિંગ ફેઝ:

- ડેટા ઈન્જેસ્શન: કલાઉડ ડેટાબેસિસમાં સેન્સર ડેટા પ્રાપ્ત અને સ્ટોર કરવું
- રિયલ-ટાઈમ એનાલિટિક્સ: તાત્કાલિક ઇનસાઇટ્સ માટે ડેટા સ્ટ્રીમ્સ પ્રોસેસ કરવા
- મશીન લાર્જિંગ: પેર્ટન રેક્રિશન અને પ્રિડિક્શન માટે AI એલ્ગોરિધમ્સ લાગુ કરવા

#### 3. ડિસ્ટ્રિબ્યુન મેન્ડિંગ ફેઝ:

- રૂલ એન્જિન્ન: જરૂરી એકશન્સ નક્કી કરવા માટે બિજાનેસ ઉલ્સ લાગુ કરવા
- શ્રેષ્ઠ મોનિટરિંગ: વેલ્યુઝ લિમિટ્સ ઓતરી જાય ત્યારે એલર્ટ ટ્રિગર કરવા
- ઓટોમેટ રિસ્પોન્સિસ: એકરચ્યુએટર્સ માટે કંટ્રોલ કમાન્ડ્સ જનરેટ કરવા

#### 4. કંટ્રોલ એક્જાન્યુશન ફેઝ:

- કમાન્ડ ડિસ્પેચ: યોગ્ય એકરચ્યુએટર્સ પર કંટ્રોલ સિગ્રલ્સ મોકલવા
- ડિવાઇસ મેનેજમેન્ટ: એકરચ્યુએટર સ્ટેટ્સ અને પરકાર્મન્સ મોનિટર કરવું
- ફીડબેક લૂપ: સફળ કમાન્ડ એક્જાન્યુશનની કન્ફર્મેશન એકત્રિત કરવી

#### 5. યુઝર ઇન્ટરેક્શન:

- ડેશબોર્ડ: રોન્સર ડેટા અને સિસ્ટમ સ્ટેટ્સનું રિયલ-ટાઈમ વિઝ્યુઅલાઇઝેશન
- મોબાઇલ એપ્સ: રિમોટ મોનિટરિંગ અને મેન્યુઅલ કંટ્રોલ ક્ષમતાઓ
- નોટિફિકેશન્સ: યુઝરને એલર્ટ્સ અને વોનિંગ્સ મોકલવા

#### ફાયદા:

- સ્કેલેબિલિટી: હજારો ડિવાઇસિસને એકસાથે હેન્ડલ કરી શકે છે
- રિમોટ એક્સેસ: ઇન્ટરનેટ સાથે ગમે ત્યાંથી ડિવાઇસિસ કંટ્રોલ કરી શકાય છે
- ડેટા એનાલિટિક્સ: હિસ્ટોરિકલ એનાલિસિસ અને પ્રિડિક્શન મેન્ઝેન્ટન્સ
- ઇન્ટિગ્રેશન: અન્ય બિજાનેસ સિસ્ટમ્સ અને સર્વિસિસ સાથે કનેક્ટ કરી શકાય છે

### મેમરી ટ્રીક

"કલેક્ટ પ્રોસેસ ડિસાઇડ કંટ્રોલ ઇન્ટરેક્ટ"

### પ્રશ્ન 4(અ) OR [3 ગુણ]

ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સને વ્યાખ્યાપિત કરો અને તેનું વિજન જણાવો.

#### જવાબ

**વ્યાખ્યા:** ઇન્ટરનેટ ઓફ થિંગ્સ (IoT) એ સેન્સર્સ, સોફ્ટવેર, અને કનેક્ટિવિટી સાથે એમ્બેડ્ડ ભૌતિક ડિવાઇસિસનું નેટવર્ક છે જે ઇન્ટરનેટ પર ડેટા એકત્રિત અને વિનિમય કરવા માટે છે.

#### IoT વિગ્નાન:

| પાસું       | વિજન                           |
|-------------|--------------------------------|
| કનેક્ટિવિટી | બધું બધે કનેક્ટેડ              |
| ઇન્ટેલિજન્સ | સ્માર્ટ ડિસ્ટ્રિબ્યુન મેન્ડિંગ |
| ઓટોમેશન     | મિનિમલ હ્યુમન ઇન્ટરવેન્શન      |
| ઇન્ટિગ્રેશન | સીમલેસ સિસ્ટમ ઇન્ટરેક્શન       |

#### કોર વિગ્નાન એલિમેન્ટ્સ:

- યુબિક્વિટ્સ કમ્પ્યુટિંગ: રોજિંદા વસ્તુઓમાં એમ્બેડ્ડ ટેકનોલોજી
- સીમલેસ ઇન્ટરેક્શન: કુદરતી હ્યુમન-ડિવાઇસ કમ્પ્યુનિકેશન
- ઇન્ટેલિજન્સ એન્વાયરન્મેન્ટ: કન્ટેક્સ્ટ-અવેર રિસ્પોન્સિવ સિસ્ટમ્સ

### મેમરી ટ્રીક

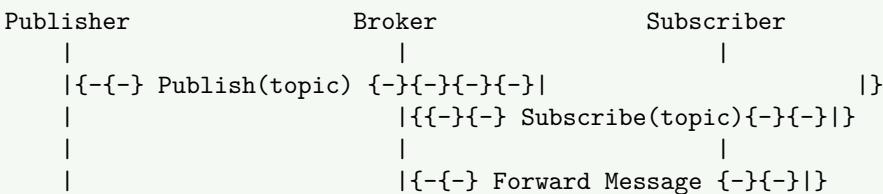
"કનેક્ટ ઇન્ટેલિજન્સ ઓટોમેટ ઇન્ટિગ્રેટ"

### પ્રશ્ન 4(બ) OR [4 ગુણ]

મેસેજ ક્યુ ટેલિમેટ્રી ટ્રાન્સપોર્ટ (MQTT) પ્રોટોકોલની સંક્ષિપ્તમાં ચર્ચા કરો.

જવાબ

## MQTT પ્રોટોકોલ આર્કિટેક્ચર:



## MQTT લક્ષણો:

| ફીચર                 | વર્ણન                      | ફાયદો                   |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| લાઇટવેઇટ             | મિનિમલ પ્રોટોકોલ ઓવરહેડ    | IOT ડિવાઇસિસ માટે યોગ્ય |
| પાબ્લિશ/સાબ્સ્ક્રાઇબ | ડિફલેટ કમ્પ્યુનિકેશન       | સ્કેલેબલ આર્કિટેક્ચર    |
| QoS લેવલ્સ           | કવોલિટી ઓફ સર્વિસ ઓપશન્સ   | રિલાયેબલ ડિલિવરી        |
| પર્સિસ્ટન્ સેશન્સ    | સેશન સ્ટેટ જાળવામાં આવે છે | કનેક્શન રેજિલિયન્સ      |

## MQTT ઘટકો:

- **પબ્લિકશર:** બ્રોકર પર મેસેજિસ મોકલે છે
  - **સાફ્ટકાઇબર:** બ્રોકર પાસેથી મેસેજિસ પ્રાપ્ત કરે છે
  - **બ્રોકર:** સેન્ટ્રલ મેસેજ રાઉટર
  - **ટોપિક્સ:** મેસેજ કેટેગોરીઝેશન સિસ્ટમ

## કવોલિટી ઓફ સર્વિસ લેવલ્સ:

- QoS 0: સૌથી વધુ એક વાર ડિલિવરી
  - QoS 1: ઓછામાં ઓછું એક વાર ડિલિવરી
  - QoS 2: બરાબર એક વાર ડિલિવરી

ਮੇਮਰੀ ਟੀਕ

“ਪ੍ਰਭਿਲਥ ਸਹੁ-ਕਾਇਬ ਬੋਕਰ ਰੋਪਿਕ”

## પ્રશ્ન 4(ક) OR [૭ ગુણ]

રાસ્પબેરી પાઈનો આંકિટેક્ચર બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો.

ଜ୍ଵାବ

## રાસ્પબેરી પાઇ આંકિટેક્ચર ઘટકો:

## 1. प्रोसेसिंग यनिट:

- CPU: 1.5GHz पर चालते क्वाइ-कोर ARM Cortex-A72 प्रोसेसर

- GPU: ગ્રાફિક્સ પ્રોસેસિંગ અને વિડિયો એક્સિલરેશન માટે VideoCore VI
  - પરફોર્મન્સ: Linux જેવા સંપૂર્ણ ઓપરેટિંગ સિસ્ટમ્સ ચલાવવા સક્ષમ
2. મેમોરી સિસ્ટમ:
- RAM: પ્રોગ્રામ એક્ઝીક્યુશન માટે 4GB LPDDR4 સિસ્ટમ મેમોરી
  - સ્ટોરેજ: ઓપરેટિંગ સિસ્ટમ અને ડેટા સ્ટોરેજ માટે MicroSD કાર્ડ સ્લોટ
  - કેશ: બહેતર પરફોર્મન્સ માટે ઓન-ચિપ કેશ મેમોરી
3. ઇનપુટ/આઉટપુટ ઇન્ટરફેસ્સ:
- GPIO: સેન્સર કનેક્ટિવિટી માટે 40-પિન જનરલ પર્ચા ઇનપુટ/આઉટપુટ
  - USB પોર્ટ્સ: પેરિફેરલ્સ અને સ્ટોરેજ ડિવાઇસ માટે 4x USB 3.0 પોર્ટ્સ
  - ડિસ્પ્લે: 4K વિડિયો આઉટપુટ સ્પોર્ટિંગ 2x માઇક્રો-HDMI પોર્ટ્સ
4. કનેક્ટિવિટી ઔપાન્સ:
- ઇથરનેટ: વાઈફાઈ નેટવર્ક કનેક્શન માટે ગિગાબિટ ઇથરનેટ પોર્ટ
  - વાયરલેસ: ડ્યુઅલ-બેન્ડ WiFi 802.11ac અને Bluetooth 5.0
  - કેમેરા: ડિડિકેટેડ કેમેરા સીરિયલ ઇન્ટરફેસ (CSI) પોર્ટ
5. પાવર અને ઓડિયો:
- પાવર: એફિશિયન્ટ પાવર મેનેજમેન્ટ સાથે USB-C પાવર ઇનપુટ
  - ઓડિયો: 3.5mm ઓડિયો જેક અને HDMI ઓડિયો આઉટપુટ
  - પાવર કન્યામ્પશન: સતત ઓપરેશન માટે ઓપ્ટિમાઇઝડ
- IoT એપ્લિકેશન્સ:
- હોમ ઓટોમેશન: લાઇટ્સ, ફેન્સ, સિક્યુરિટી સિસ્ટમ્સ કંટ્રોલ
  - ઇન્ડસ્ટ્રિયલ મોનિટરિંગ: તાપમાન, દબાણ, વાઇબ્રેશન સેન્સિંગ
  - રોબોટિક્સ: મોટર કંટ્રોલ, સેન્સર ઇન્ટિગ્રેશન, કમ્પ્યુટર વિજન
  - ડેટા લોઝિંગ: પર્યાવરણીય મોનિટરિંગ અને ડેટા કલેક્શન
- IoT માટે ફાયદા:
- કોસ્ટ-ઇફિક્ટિવ: લો-કોસ્ટ કમ્પ્યુટિંગ પ્લેટફોર્મ
  - વર્સ્ટાઇલ: અનેક પ્રોગ્રામિંગ લેંગ્વેજિસ સપોર્ટ કરે છે
  - કમ્પ્યુનિટી સપોર્ટ: ટ્યુટોરિયલ્સ અને પ્રોજેક્ટ્સનું વિશાળ ઇકોસિસ્ટમ
  - એક્સપેન્ડબિલિટી: અનેક સેન્સર્સ અને મોડ્યુલ્સ સાથે કમ્પોટિબલ

## મેમોરી ટ્રીક

"પ્રોસેસ મેમોરી ઇન્ટરફેસ કનેક્ટ પાવર"

## પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

IoT નો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ હેલ્થ મોનિટરિંગ સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો.

### જવાબ

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] --{-{-}{}}--> B[ {}br/{} , Sp02, ]
    B --{-{-}{}}--> C[ {}br/{}Arduino/NodeMCU]
    C --{-{-}{}}--> D[ WiFi/Bluetooth{}br/{} ]
    D --{-{-}{}}--> E[ {}br/{} ]
    E --{-{-}{}}--> F[ {}br/{} {-} ]
    E --{-{-}{}}--> G[ {}br/{} ]
    E --{-{-}{}}--> H[ {}br/{}SMS/Email]
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### સિસ્ટમ ઘટકો:

- સેન્સર્સ: વાઇટલ સાઇન્સ એક્સિસ કરે છે (હાર્ટ રેટ, બલડ પ્રેશાર, તાપમાન)
- માઇક્રોકૂલોલર: સેન્સર ડેટા પ્રોસેસ કરે છે અને કમ્પ્યુનિકેશન મેનેજ કરે છે
- કનેક્ટિવિટી: WiFi/સેલ્ફ્યુલર નેટવર્ક્સ દ્વારા કલાઉડ પર ડેટા ટ્રાન્સમિટ કરે છે
- કલાઉડ પ્લેટફોર્મ: ડેટા સ્ટોર કરે છે અને એનાલિટિક્સ સર્વિસ્સ્સ પ્રદાન કરે છે
- યુગર ઇન્ટરફેસ્સ: મોનિટરિંગ માટે મોબાઇલ એપ્સ અને વેબ ડેશબોર્ડ્સ

## પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

IoT માં વિવિધ પ્રકારના સેન્સરની યાદી બનાવો અને કોઈપણ બેના કાર્યને સંક્ષિપ્તમાં સમજાવો.

## જવાબ

## IoT સેન્સર પ્રકારો:

| સેન્સર પ્રકાર | માપન               | એપ્લિકેશન્સ            |
|---------------|--------------------|------------------------|
| તાપમાન        | ગરમી/ઠડક લેવલ્સ    | HVAC, હવામાન મોનિટરિંગ |
| ભેજ           | ભેજનું પ્રમાણ      | કૃષિ, સ્ટોરેજ          |
| દબાણ          | એકમ વિસ્તાર દીઠ બળ | હવામાન, ઇન્ડસ્ટ્રિયલ   |
| ગતિ/PIR       | હલચલ શોધ           | સિક્યુરિટી, ઓટોમેશન    |
| ગેસ           | રસાયણિક રચના       | હવાની ગુણવત્તા, સલામતી |
| પ્રકાશ        | પ્રકાશ સ્તર        | સ્માર્ટ લાઇટિંગ        |

## વિગતવાર કાર્ય:

## 1. તાપમાન સેન્સર (DHT22):

- સિલ્ફાંટ: થર્મિસ્ટર રેજિસ્ટરન્સ તાપમાન સાથે બદલાય છે
- પ્રક્રિયા: માઇકોલોલર રેજિસ્ટરન્સ વેલ્યુ વાંચે છે અને તાપમાનમાં કન્વર્ટ કરે છે
- આઉટપુટ: તાપમાન અને ભેજ ડેટા સાથે ડિજિટલ સિચલ
- એપ્લિકેશન્સ: સ્માર્ટ થર્મોસ્ટેટ, પર્યાવરણીય મોનિટરિંગ

## 2. PIR મોશન સેન્સર:

- સિલ્ફાંટ: હલતા પદાર્થો દ્વારા ઉત્સર્જિત ઇન્ફારેડ રેડિયેશન શોધે છે
- ઘટકો: ફેસ્નેલ લેન્સ સાથે પાયરોઇલેક્ટ્રિક સેન્સર
- કાર્ય: ઇન્ફારેડ લેવલ્સમાં ફેફાર ડિજિટલ આઉટપુટ સિચલ ટ્રિગર કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: સિક્યુરિટી સિસ્ટમ્સ, ઓટોમેટિક લાઇટિંગ, ઓક્યુપેન્સી ડિટેક્શન

## પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

IoT નો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશનનો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

## Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    A["  
Raspberry Pi/NodeMCU"] --- B["  
"]
    A --- C["  
"]
    A --- D["  
WiFi/Zigbee"]
    A --- E["  
"]
    A --- F["  
"]
    A --- G["  
Alexa/Google"]

    B --- B1["  
"]
    B --- C1["  
LED  
AC  
/"]
    B --- D1["  
"]
    B --- E1["  
"]
    B --- F1["  
"]
    B --- G1["  
"]

    C1 --- C1B["  
/"]
    C1 --- C1C["  
"]
    C1 --- C1D["  
"]
    C1 --- C1E["  
"]
    C1 --- C1F["  
"]
    C1 --- C1G["  
"]

    D1 --- D1B["  
"]
    D1 --- D1C["  
"]
    D1 --- D1D["  
"]
    D1 --- D1E["  
"]
    D1 --- D1F["  
"]
    D1 --- D1G["  
"]

    E1 --- E1B["  
"]
    E1 --- E1C["  
"]
    E1 --- E1D["  
"]
    E1 --- E1E["  
"]
    E1 --- E1F["  
"]
    E1 --- E1G["  
"]

    F1 --- F1B["  
"]
    F1 --- F1C["  
"]
    F1 --- F1D["  
"]
    F1 --- F1E["  
"]
    F1 --- F1F["  
"]
    F1 --- F1G["  
"]

    G1 --- G1B["  
"]
    G1 --- G1C["  
"]
    G1 --- G1D["  
"]
    G1 --- G1E["  
"]
    G1 --- G1F["  
"]
    G1 --- G1G["  
"]

    C1B --- C1C --- C1D --- C1E --- C1F --- C1G
    D1B --- D1C --- D1D --- D1E --- D1F --- D1G
    E1B --- E1C --- E1D --- E1E --- E1F --- E1G
    F1B --- F1C --- F1D --- F1E --- F1F --- F1G
    G1B --- G1C --- G1D --- G1E --- G1F --- G1G
  
```

## સ્માર્ટ હોમ ઓટોમેશન કાર્ય:

- 1. ડેટા કલેક્શન:**
    - પર્યાવરણીય સેન્સર્સ: તાપમાન, ભેજ, પ્રકાશ સ્તરનું નિરીક્ષણ કરે છે
    - સિક્યુરિટી સેન્સર્સ: ગતિ, દરવાજા/બારીની સ્થિતિ, રમોક/ગેસ શોધે છે
    - યુગર પ્રોજેક્સ: વિવિધ રૂમ્સમાં ઓક્યુપેન્સી નિર્ધારિત કરવા માટે PIR સેન્સર્સ
  - 2. ડેટા પ્રોસેસિંગ:**
    - લોકલ પ્રોસેસિંગ: કિટિકલ પરિસ્થિતિઓ (ફાયર એલાર્મ) માટે તાત્કાલિક પ્રતિક્રિયા
    - કલાઉડ પ્રોસેસિંગ: જાટિલ એનાલિટિક્સ અને પેર્ટન રેક્ઝિશન
    - મશીન લન્ચિંગ: સમય સાથે યુગર પ્રાથમિકતાઓ અને આદતો શીખવી
  - 3. ડિસિગન મેઝિંગ:**
    - રૂલ-બ્લેડ કંટ્રોલ: જો તાપમાન  $> 25^{\circ} AC$
    - શેજ્યુલ ઓપરેશન્સ: સૂચાંસ્ત સમયે લાઇટ્સ ચાલુ કરો, સવારે 6 વાગ્યે છોડવાઓને પાણી આપો
    - યુગર પ્રાથમિકતાઓ: શીખેલા પેર્ટન આધારે લાઇટિંગ અને તાપમાન એડજસ્ટ કરો
  - 4. કંટ્રોલ એક્ઝ્યુશન:**
    - લાઇટિંગ કંટ્રોલ: એમ્બિયન્ટ લાઇટ અને સમય આધારે ઓટોમેટિક ડિમિંગ
    - કલાઇમેટ કંટ્રોલ: ઓક્યુપેન્સી અને હવામાન આધારે હીટિંગ/કૂલિંગ ઓપ્ટિમાઇઝ કરો
    - સિક્યુરિટી મેનેજમેન્ટ: સિક્યુરિટી સિસ્ટમ આર્મ/ડિસાર્મ, દરવાજા લોક/અનલોક
  - 5. યુગર ઇન્ટરેક્શન:**
    - મોબાઇલ ઓપ: ગમે ત્યાંથી રિમોટ મોનિટરિંગ અને કંટ્રોલ
    - વોઇસ કમાન્ડ્સ: Alexa, Google Assistant સાથે ઇન્ટિગ્રેશન
    - મેન્યુઅલ ઓવરશાઇડ: ફિઝિકલ સ્વિચિસ અને કંટ્રોલ્સ કાર્યક્ષમ રહે છે
  - 6. કમ્યુનિકેશન ફોલો:**
    - સેન્સર ડેટા: દર થોડી સેકન્ડ એક્સિટ કરવામાં આવે છે અને કંટ્રોલર પર ટ્રાન્સમિટ કરવામાં આવે છે
    - કલાઉડ સિંક્નોનાઇઝેશન: ડેટા બેકઅપ અને રિમોટ એક્સેસ ક્ષમતાઓ
    - સ્ટેટ્સ અપડેટ્સ: મોબાઇલ ડિવાઇસિસ પર રિયલ-ટાઇમ નોટિફિકેશન્સ
- મુખ્ય ફીચર્સ:**
- અનર્જી એફિશિયન્સી: ઓટોમેટિક કંટ્રોલ વીજ વપરાશ 30-40% ઘટાડે છે
  - સિક્યુરિટી એન્હાન્સમેન્ટ: રિયલ-ટાઇમ મોનિટરિંગ અને એલર્ટ સિસ્ટમ્સ
  - કન્વીનિયન્સ: વોઇસ કંટ્રોલ અને સ્માર્ટફોન ઇન્ટિગ્રેશન
  - કોસ્ટ સેવિંગ્સ: વીજ અને પાણીના સંસાધનોનો ઓપ્ટિમાઇઝ ઉપયોગ
- સિસ્ટમ ફાયદા:**
- રિમોટ મોનિટરિંગ: ઓફિસ અથવા વેકેશનથી ઘરની સ્થિતિ ચેક કરો
  - ઓટોમેટેડ રિસ્પોન્સિસ: ઇમર્જન્સી દરમિયાન તાત્કાલિક પગલાં
  - પર્સનલાઇઝેશન: વ્યક્તિગત પ્રાથમિકતાઓ આધારે કસ્ટમાઇઝ વાતાવરણ
  - ઇન્ટિગ્રેશન: હાલના ઘરેલું ઉપકરણો અને સિસ્ટમ્સ સાથે કામ કરે છે
- ટેકનિકલ સ્પેસિફિકેશન્સ:**
- પ્રોટોકોલ્સ: ડિવાઇસ કમ્યુનિકેશન માટે WiFi, Zigbee, Z-Wave
  - પાવર બેકઅપ: પાવર કટ દરમિયાન કિટિકલ સેન્સર્સ માટે બેટરી બેકઅપ
  - ડેટા એન્ક્ષિસન: ડિવાઇસિસ અને કલાઉડ વચ્ચે સિક્યૂર કમ્યુનિકેશન
  - સ્કેલેબિલિટી: નવા ડિવાઇસિસ અને સેન્સર્સનો સરળ ઉમેરો

## મેમરી ટ્રીક

"કલેક્ટ પ્રોસેસ ડિસાઇડ કંટ્રોલ ઇન્ટરેક્ટ સિક્યોર"

## પ્રશ્ન 5(અ) OR [3 ગુણ]

કોઈપણ ત્રાણ ઇન્ડસ્ટ્રીયલ અને મિલિટરી IoT એપ્લિકેશન્સની ચાદી બનાવો.

### જવાબ

#### ઇન્ડસ્ટ્રીયલ IoT એપ્લિકેશન્સ:

| એપ્લિકેશન             | વર્ણન                                      | ફાયદા                            |
|-----------------------|--|----------------------------------|
| પ્રિડિક્ટિવ મેટાટેન્સ | રિયલ-ટાઇમમાં સાધનોના સ્વાસ્થ્યનું નિરીક્ષણ | ડાઉનટાઇમ ઘટાડો, ખર્ચ ઓછો         |
| સપ્લાય ચેઇન ટ્રોકિંગ  | ફેકટરીથી ગ્રાહક સુધી માલનો ટ્રેક           | કાર્યક્ષમતા સુધારો, નુકસાન ઘટાડો |
| અનર્જી મેનેજમેન્ટ     | વીજ વપરાશનું નિરીક્ષણ અને ઓપ્ટિમાઇઝેશન     | અનર્જી કોસ્ટ 20-30% ઘટાડો        |

## મિલિટરી IoT એપ્લિકેશન્સ:

| એપ્લિકેશન                            | વર્ણન  | ફાયદા   |
|--------------------------------------|--|---|
| બેટલફીલ્ડ સર્વેલન્સ<br>એસેટ ટ્રેકિંગ | લડાઇ જોનનું રિયલ-ટાઇમ મોનિટરિંગ<br>મિલિટરી સાધનો અને વાહનોનું નિરીક્ષણ | વધારેલ સિર્યુઅશનલ અવેરનેસ<br>ચોરી અટકવો, લોજિસ્ટિક્સ<br>ઓપ્ટિમાઇઝ કરો |
| સોલ્જર હેલ્થ મોનિટરિંગ               | કર્મચારીઓના વાઇટલ સાઇન્સનો ટ્રેક                                       | સલામતી સુધારો, મેડિકલ રિસ્પોન્સ                                       |

## મેમરી ટ્રીક

"પ્રિડિકટ ટ્રેક એનજી, સર્વ્યુટ્રેક મોનિટર"

## પ્રશ્ન 5(બ) OR [4 ગુણ]

IoT માં વિવિધ પ્રકારના એક્ચ્યુઅટર્સની યાદી બનાવો અને કોઈપણ બેના કાર્યને સંક્ષિપ્તમાં સમજાવો.

## જવાબ

### IoT એક્ચ્યુઅટર પ્રકારો:

| એક્ચ્યુઅટર પ્રકાર | કાર્ય                   | એપ્લિકેશન્સ            |
|-------------------|-------------------------|------------------------|
| સર્વો મોટર        | ચોક્કસ કોણીય સ્થિતિ     | રોબોટિક્સ, ઓટોમેશન     |
| રિલે              | ઇલેક્ટ્રિકલ સ્વિચિંગ    | લાઇટ્સ, ફેન્સ, ઉપકરણો  |
| સોલેનોઇડ વાલ્વ    | પ્રવાહી પ્રવાહ નિયંત્રણ | સિંચાઈ, HVAC           |
| LED               | પ્રકાશ ઉત્સર્જન         | સૂચકાંકો, ડિસ્પ્લે     |
| બજાર              | અવાજ ઉત્પાદન            | અલાર્મ્સ, નોટિફિકેશન્સ |
| સ્ટેપર મોટર       | ચોક્કસ રોટેશનલ કંટ્રોલ  | 3D પ્રિન્ટર્સ, CNC     |

## વિગતવાર કાર્ય:

### 1. સર્વો મોટર:

- કંટ્રોલ સિગનલ: PWM (પદ્ધસ વિડ્યુલેશન) સિગનલ સ્થિતિ નિર્ધારિત કરે છે
- ફીડબેક સિસ્ટમ: આંતરિક પોટેન્શિયોમીટર પોઝિશન ફીડબેક પ્રદાન કરે છે
- કાર્ય: કંટ્રોલ સર્કિટ ઇચ્છિત વિ એક્ચ્યુઅલ પોઝિશનની સરખામણી કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: રોબોટિક આર્મ્સ, કેમેરા પેન/ટિલ્ટ, ઓટોમેટિક દરવાજા

### 2. રિલે પોર્ટ્યુલ:

- ઇલેક્ટ્રોમેચેનિક સિલ્ફાંટ: એનજાઇડ થાય ત્યારે કોઇલ મેચેનિક ફીલ્ડ બનાવે છે
- સ્વિચિંગ એક્શન: મેચેનિક ફીલ્ડ મેકેનિકલ કોન્ટેક્ટ્સને ખસેડે છે
- આઇસોલેશન: કંટ્રોલ અને લોડ સર્કિટ્સ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન
- એપ્લિકેશન્સ: હોમ ઓટોમેશન, ઇન્ડસ્ટ્રિયલ કંટ્રોલ, સેફ્ટી સિસ્ટમ્સ

## મેમરી ટ્રીક

"સર્વો રિલે સોલેનોઇડ LED બજાર સ્ટેપર"

## પ્રશ્ન 5(ક) OR [7 ગુણ]

IoT નો ઉપયોગ કરીને સ્માર્ટ પાર્કિંગ સિસ્ટમનો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[ ] {--{-}{}} B[IR/ ] {br/{} } ]
    B {--{-}{}} C[NodeMCU/Arduino{br/{} } ] }
```

```

C {-{-}{}} D [WiFi      {}br/{}    ]}
D {-{-}{}} E[      {}br/{}    ]
E {-{-}{}} F[      {}br/{}    ]
E {-{-}{}} G[      {}br/{}    ]
E {-{-}{}} H[      {}br/{}    ]
C {-{-}{}} I [LED      {}br/{}    ]
{Highlighting}
{Shaded}

```

## સ્માર્ટ પાર્કિંગ સિસ્ટમ કાર્ય:

### 1. વાહન શોધ:

- સેન્સર પ્લેસમેન્ટ: દરેક પાર્કિંગ સ્પેસ પર IR અથવા અલ્ટ્રાસોનિક સેન્સર્સ ઇન્સ્ટોલ કરવામાં આવે છે
- ડિટેક્શન મેકેનિઝમ: સેન્સર્સ વાહનોની હાજરી/ગેરહાજરી શોધે છે
- સ્ટેટ્સ મોનિટરિંગ: સ્પેસ ઓક્યુપેન્સીનું સતત નિરીક્ષણ
- ડેટા એક્સ્પુર્ટરી: અનેક સેન્સર્સ ખોટા પોઝિટિવ રીડિંગ્સ ઘટાડે છે

### 2. ડેટા કલેક્શન અને પ્રોસેસિંગ:

- માઇકોક્રોલર: NodeMCU/ArduinO સેન્સર ડેટાને સ્થાનિક રીતે પ્રોસેસ કરે છે
- સ્ટેટ્સ ડિટર્મિનેશન: ઓક્યુપાઇડ (સેન્સર બ્લોકડ) અથવા ફ્રી (સેન્સર કિલ્ચર)
- ટાઇમ સ્ટેમ્પિંગ: બિલિંગ માટે એન્ટ્રી અને એક્ઝિટ ટાઇમ રેકૉર્ડ કરવા
- ડેટા વેલિડેશન: અસ્થાયી અવરોધી (પાંડા, કચરો) ફિલ્ટર કરવા

### 3. કમ્પ્યુનિકેશન અને કલાઉડ ઇન્ટિગ્રેશન: (ચાલુ)

- WiFi ટ્રાન્સમિશન: કલાઉડ સર્વર પર રિયલ-ટાઇમ ડેટા મોકલવામાં આવે છે
- ડેટાબેસ સ્ટોરેજ: પાર્કિંગ સ્પેસ સ્ટેટસના રેકૉર્ડ્સ જાળવવા
- એનાલિટિક્સ પ્રોસેસિંગ: ઉપયોગના પેર્ટન અને આંકડા જનરેટ કરવા
- API ઇન્ટિગ્રેશન: મોબાઇલ ઓપેસ અને ડિસ્પ્લે સિસ્ટમ્સ સાથે કનેક્ટ કરવું

### 4. યુઝર ઇન્ટરફેસ અને સર્વિસિસ:

- મોબાઇલ એપ્લિકેશન: યુઝર્સ પાર્કિંગ સ્પેસિસ શોધી અને રિઝર્વ કરી શકે છે
- રિયલ-ટાઇમ અપડેટ્સ: ઉપલબ્ધ પાર્કિંગ સ્પેસિસનું લાઇવ સ્ટેટ્સ
- નવિગેશન આસિસ્ટન્સ: પસંદ કરેલી પાર્કિંગ સ્પેસ સુધી GPS માર્ગદર્શન
- પેમેન્ટ ઇન્ટિગ્રેશન: પાર્કિંગ ફી માટે ઓનલાઇન પેમેન્ટ

### 5. વિશ્વાસી ઇન્જિનીયરિંગ:

- LED ઇન્ડિકેટર્સ: દરેક સ્પેસ માટે લીલો (ફ્રી), લાલ (ઓક્યુપાઇડ)
- ડિસ્પ્લે બોર્ડ્સ: કુલ ઉપલબ્ધ સ્પેસિસ દર્શાવતા ઇલેક્ટ્રોનિક સાઇન્સ
- મોબાઇલ નોટિફિકેશન્સ: રિઝર્વ ટાઇમ એક્સાપાયર થતો હોય ત્યારે એલર્ટ્સ
- એડમિન ડેશબોર્ડ: મોનિટરિંગ અને કંટ્રોલ માટે મેનેજમેન્ટ ઇન્ટરફેસ

### 6. એડવાર્ક ફીચર્સ:

- સ્પેસ રિઝર્વેશન: અગાઉથી પાર્કિંગ સ્પેસ બુક કરવી
- ઓટોમેટિક બિલિંગ: પાર્કિંગ અવધિ આધારે ચાર્જિંગ કેલ્ક્યુલેટ કરવા
- વાયોલેશન ડિટેક્શન: અનિવિકૃત પાર્કિંગ માટે એલર્ટ
- ડેટા એનાલિટિક્સ: પીક ઉપયોગ કલાકો, રેવન્યુ એનાલિસિસ

### સિસ્ટમ ફાયદા:

- ટાઇમ સેવિંગ: પાર્કિંગ શોધવામાં લાગતો સમય ઘટાડે છે
- ટ્રોફિક રિટ્કશન: સ્પેસિસ શોધતાં ફરવાનું ઓછું
- રેવન્યુ ઓપ્શિયાઇઝેશન: માંગ આધારિત ડાયનેમિક પ્રાઇસિંગ
- એન્વાયરન્મેન્ટલ ઇમ્પ્રેક્ટ: ઈંદ્રણ વપરાશ અને ઉત્સર્જન ઘટાડે છે

### ટેકનિકલ ઘટકો:

- સેન્સર્સ: IR પ્રોક્સિમિટી સેન્સર્સ અથવા અલ્ટ્રાસોનિક ડિસ્ટન્સ સેન્સર્સ
- માઇકોક્રોલર્સ: ESP8266/ESP32 બેર્ડ ડેવલપમેન્ટ બોર્ડ્સ
- કમ્પ્યુનિકેશન: WiFi, LoRaWAN, અથવા સેલ્ફ્યુલર કનેક્ટિવિટી
- પાવર સાલાય: રિપોટ લોકેશન્સ માટે બેટરી બેકઅપ સાથે સોલાર પેનલ્સ

### ઇમ્પ્લાનેટેશન પડકારો:

- વેધર રેઝિસ્ટર્ન્સ: સેન્સર્સને વરસાદ, બરફ, આત્મંતિક તાપમાનમાં કામ કરવું જોઈએ
- પાવર મેનેજમેન્ટ: બેટરી-પાવર સેન્સર્સને કાર્યક્ષમ પાવર વપરાશની જરૂર છે
- નેટવર્ક રિલાયબિલિટી: કનેક્ટિવિટી ઈશ્યુઝ માટે બેકઅપ કમ્પ્યુનિકેશન મેથડ્સ
- મેન્ટનેન્નન્સ: સેન્સર્સની નિયમિત સફાઈ અને કેલિબ્રેશન

### કોસ્ટ-વેનિફિટ એનાલિસિસ:

- પ્રારંભિક રોકાણા: સેન્સર ઇન્સ્ટોલેશન અને સિસ્ટમ સેટઅપ કોસ્ટ
- ઓપરેશનલ રેવિંગ્સ: મેનેજમેન્ટ ઓપરેશન ઘટાડું
- રેવન્યુ ઇન્ક્ષીપ્શન: સુધારેલ સ્પેસ યુટિલાઇઝેશન અને ડાયનેમિક પ્રાઇસિંગ
- પેલેક પીરિયડ: કમર્શિયલ ઇન્સ્ટોલેશન્સ માટે સામાન્ય રીતે 12-18 મહિના

### ઇન્ટિગ્રેશન પોસિબિલિટીઓ:

- સ્માર્ટ સિટી સિસ્ટમ્સ: ટ્રાફિક મેનેજમેન્ટ સિસ્ટમ્સ સાથે કનેક્ટ કરવું

- બિલ્ડિંગ ઓટોમેશન: શોપિંગ મોલ અથવા ઓફિસ બિલ્ડિંગ સિસ્ટમ્સ સાથે ઇન્ટિગ્રેશન
- પબ્લિક ટ્રાન્સપોર્ટેશન: બસ/મેટ્રો શેડ્યુલ્સ સાથે કોઓર્ડિનેટ કરવું
- ઇમર્જન્સી સવિસિસ: ઇમર્જન્સી વાહનો માટે પ્રાયોરિટી એક્સેસ

#### ભવિષ્યની એન્હાન્સમેન્ટ્સ:

- AI ઇન્ટિગ્રેશન: મશીન લર્નિંગ વાપરીને પાર્કિંગ ડિમાન્ડ પ્રિડિક્ટ કરવી
- ઇલેક્ટ્રિક વાહન ચાર્જિંગ: EV ચાર્જિંગ સ્ટેશન્સ સાથે ઇન્ટિગ્રેશન
- ઓટોનોમિક વાહન્સ: સેલ્ફ-પાર્કિંગ કાર્સ માટે સપ્રોટ
- મોબાઇલ પેમેન્ટ એક્સપેન્શન: ડિજિટલ વોલેટ્સ સાથે ઇન્ટિગ્રેશન

#### મેમરી ટ્રીક

“ડિટેક્ટ પ્રોસેસ કમ્પ્યુનિકેટ ઇન્ટરફેસ ઇન્ડિકેટ સર્વ”