

Una Guida Approfondita

Introduzione al Problema dell'Accesso Multiplo

Immaginiamo una situazione comune: in un'aula magna, molte persone vogliono parlare contemporaneamente. Senza un sistema di gestione, si creerebbero confusione e interferenze. Lo stesso problema si presenta nelle reti quando più dispositivi vogliono comunicare utilizzando lo stesso mezzo trasmissivo. Questa è l'essenza del problema dell'accesso multiplo.

Problematiche Fondamentali nelle Reti Wireless

Il Problema della Stazione Nascosta

Immaginiamo tre stazioni wireless A, B e C disposte in linea. A può comunicare con B, e B può comunicare con C, ma A e C sono troppo distanti per "sentirsi" a vicenda. Questo crea una situazione problematica:

1. A inizia a trasmettere a B
2. C, non "sentendo" la trasmissione di A, pensa che il canale sia libero
3. C inizia a trasmettere, causando una collisione presso B

Questo scenario è particolarmente insidioso perché:

- Le stazioni non possono rilevare direttamente le collisioni
- Il meccanismo di "ascolto prima di trasmettere" non è sufficiente
- Si verifica una significativa perdita di prestazioni

Il Problema della Stazione Esposta

Nel caso della stazione esposta, abbiamo quattro stazioni A, B, C e D. B vuole trasmettere ad A mentre C vuole trasmettere a D. Anche se le trasmissioni non interferirebbero (poiché A e D sono distanti), C si astiene dal trasmettere perché "sente" la trasmissione di B.

Conseguenze:

- Sottoutilizzo del canale
- Riduzione non necessaria della capacità della rete
- Diminuzione dell'efficienza complessiva

Soluzioni: Protocolli di Accesso Multiplo

1. CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

Il CSMA è come alzare la mano prima di parlare in una riunione. Prima di trasmettere, una stazione "ascolta" il canale per verificare se è libero.

Varianti principali:

1. CSMA 1-persistente:

- Se il canale è libero → trasmette immediatamente
- Se occupato → continua a monitorare e trasmette appena si libera
- Pro: bassa latenza quando il carico è leggero
- Contro: alte probabilità di collisione con carico elevato

2. CSMA non-persistente:

- Se il canale è libero → trasmette
- Se occupato → attende un tempo casuale prima di riprovare
- Pro: riduce le collisioni
- Contro: può introdurre ritardi non necessari

3. CSMA p-persistente:

- Se il canale è libero → trasmette con probabilità p
- Se non trasmette → attende e riprova
- Pro: compromesso tra le due versioni precedenti
- Contro: richiede una scelta accurata di p

2. CSMA/CD (Collision Detection)

Utilizzato principalmente nelle reti cablate Ethernet, aggiunge la capacità di rilevare le collisioni durante la trasmissione.

Funzionamento:

1. Ascolta il canale
2. Se libero, inizia a trasmettere
3. Continua ad ascoltare durante la trasmissione
4. Se rileva una collisione:
 - Interrompe immediatamente
 - Invia un segnale di jamming
 - Attende un tempo casuale (backoff esponenziale)
 - Riprova

3. CSMA/CA (Collision Avoidance)

Progettato specificamente per reti wireless, dove rilevare le collisioni è difficile o impossibile.

Meccanismo RTS/CTS:

1. RTS (Request to Send):

- Il mittente invia una richiesta breve
- Include la durata prevista della trasmissione
- Riduce il rischio di collisioni lunghe

2. CTS (Clear to Send):

- Il destinatario risponde se pronto
- Informa anche le stazioni vicine
- Aiuta a risolvere il problema della stazione nascosta

3. Trasmissione dati e ACK:

- Invio dei dati effettivi
- Conferma di ricezione
- Gestione degli errori

Tecniche di Accesso Multiple Avanzate

1. CDMA (Code Division Multiple Access)

Il CDMA utilizza codici univoci per permettere trasmissioni simultanee sullo stesso canale:

- Ogni stazione ha un codice unico
- Le trasmissioni si sovrappongono nel tempo e frequenza
- Il ricevitore può estrarre il segnale desiderato
- Usato nelle reti cellulari

Vantaggi:

- Migliore utilizzo della banda
- Maggiore sicurezza
- Resistenza alle interferenze

2. Protocolli ALOHA

ALOHA puro:

- Trasmette immediatamente quando ha dati
- Attende un ACK
- Se non riceve ACK, ritrasmette dopo tempo casuale
- Efficienza massima teorica: 18%

Slotted ALOHA:

- Il tempo è diviso in slot
- Trasmissione solo all'inizio dello slot
- Migliore sincronizzazione
- Efficienza massima teorica: 37%

Considerazioni Pratiche e Ottimizzazioni

Backoff Esponenziale Binario

Quando si verifica una collisione:

1. Prima collisione: attesa tra 0 e 1 slot
2. Seconda collisione: attesa tra 0 e 3 slot
3. Terza collisione: attesa tra 0 e 7 slot

E così via, fino a un limite massimo

Gestione della Qualità del Servizio (QoS)

Per gestire traffico con diverse priorità:

- Code multiple per diversi tipi di traffico
- Prioritizzazione del traffico sensibile al tempo
- Gestione della larghezza di banda

Consigli per la Progettazione

Quando si sceglie un protocollo di accesso al mezzo, considerare:

1. Tipo di rete (cablata/wireless)
2. Numero di nodi
3. Pattern di traffico previsto
4. Requisiti di latenza
5. Tolleranza agli errori