Percorso universitario + Qualche cenno su temi di ricerca

1. Perché Ingegneria Informatica?
2. Passaggio da Informatica a Telecomunicazioni
3. Percorso di Dottorato e Ricerca
4. Un problema che ho affrontato nella mia ricerca
5. Analogie e differenze tra la Ricerca e il mondo delle Olimpiadi

Motivazioni

Unire la passione per la matematica e l'informatica.

- Laurea in Matematica: basi poco solide
- Laurea in Informatica: pochi corsi di matematica

Realtà: poca informatica interessante...

Motivazioni

Obiettivo principale era massimizzare i corsi con della matematica interessante.

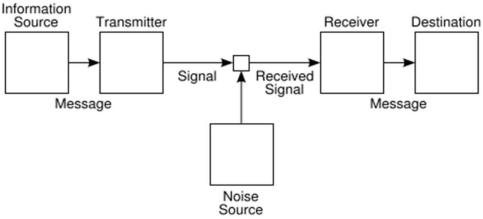
- Teoria dei segnali
- Elaborazione di immagini, video ed audio
- Tecniche di compressione di video ed immagini

Corsi del curriculum di Telecomunicazioni.

Dottorato e Ricerca

Dottorato in Teoria dell'Informazione (Matematica applicata).

Avviata da Shannon nel 1948: *A mathematical theory of communication*



Schema di comunicazione

Fornisce anche le basi teoriche per la compressione dei dati.

Background

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0 e 1 (binarie) che differiscono in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$
\begin{array}{l}
s_1 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
s_2 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\
s_3 \rightarrow 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \\
s_4 \rightarrow 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1
\end{array}
$$

Domanda. Dato n, quante sequenze può contenere al massimo tale insieme?

Risposta. Conterrà tutte le sequenze binarie che sono 2^n.

Background

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0 e 1 (binarie) che differiscono in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$
\begin{aligned}
s_1 &\rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
s_2 &\rightarrow 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\
s_3 &\rightarrow 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \\
s_4 &\rightarrow 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1
\end{aligned}
$$

Domanda. Dato n, quante sequenze può contenere al massimo tale insieme?

Risposta. Conterrà tutte le sequenze binarie che sono 2^n.

Background

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0 e 1 (binarie) che differiscono in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$\begin{array}{l}
s_1 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
s_2 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \\
s_3 \rightarrow 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \\
s_4 \rightarrow 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1
\end{array}$$

Domanda. Dato n, quante sequenze può contenere al massimo tale insieme?

Risposta. Conterrà tutte le sequenze binarie che sono 2^n.

Problema della trifferenza

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0, 1 e 2 (ternarie) che "trifferiscono" in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$\begin{array}{l}
s_1 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\
s_2 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \\
s_3 \rightarrow 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 2 \\
s_4 \rightarrow 0 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad 2
\end{array}$$

Problema della trifferenza

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0, 1 e 2 (ternarie) che "trifferiscono" in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$
\begin{array}{llllll}
s_1 \rightarrow 0 & 0 & 0 & 0 & \boxed{0} \\
s_2 \rightarrow 0 & 0 & 0 & 0 & \boxed{1} \\
s_3 \rightarrow 0 & 1 & 1 & 1 & \boxed{2} \\
s_4 \rightarrow 0 & 2 & 2 & 2 & 2
\end{array}
$$

Problema della trifferenza

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0, 1 e 2 (ternarie) che "trifferiscono" in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$
\begin{array}{l}
s_1 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad \boxed{0} \\
s_2 \rightarrow 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad \boxed{1} \\
s_3 \rightarrow 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 2 \\
s_4 \rightarrow 0 \quad 2 \quad 2 \quad 2 \quad \boxed{2}
\end{array}
$$

Problema della trifferenza

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0, 1 e 2 (ternarie) che "trifferiscono" in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$
\begin{array}{lllllll}
s_1 & \rightarrow 0 & \boxed{0} & 0 & 0 & 0 \\
s_2 & \rightarrow 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\
s_3 & \rightarrow 0 & \boxed{1} & 1 & 1 & 2 \\
s_4 & \rightarrow 0 & \boxed{2} & 2 & 2 & 2
\end{array}
$$

Problema della trifferenza

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0, 1 e 2 (ternarie) che "trifferiscono" in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$\begin{array}{lccccc} s_1 \rightarrow & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ s_2 \rightarrow & 0 & \boxed{0} & 0 & 0 & 1 \\ s_3 \rightarrow & 0 & \boxed{1} & 1 & 1 & 2 \\ s_4 \rightarrow & 0 & \boxed{2} & 2 & 2 & 2 \end{array}$$

Domanda. Dato n, quante sequenze può contenere al massimo tale insieme?

Risposta. Non è noto!

Problema della trifferenza

Consideriamo un insieme di sequenze distinte di lunghezza n di simboli 0, 1 e 2 (ternarie) che "trifferiscono" in almeno una posizione.

Esempio. Insieme di 4 sequenze di lunghezza 5:

$$\begin{array}{lccccc}
s_1 \rightarrow & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
s_2 \rightarrow & 0 & \boxed{0} & 0 & 0 & 1 \\
s_3 \rightarrow & 0 & \boxed{1} & 1 & 1 & 2 \\
s_4 \rightarrow & 0 & \boxed{2} & 2 & 2 & 2
\end{array}$$

Domanda. Dato n, quante sequenze può contenere al massimo tale insieme?

Risposta. Non è noto!

Problema della trifferenza - domande da porsi

Domande.

1. La dimensione dell'insieme massimo cresce esponenzialmente con n?
2. Se sì, qual è la base di tale esponenziale?
3. Per valori piccoli di n si riesce a determinare il valore esatto?

Risposte parziali.

1. Sì, si riesce a mostrare che cresce almeno come $\approx \left(\sqrt[4]{\frac{9}{5}}\right)^n$
2. Non si sa, può crescere al massimo come $\approx \left(\frac{3}{2}\right)^n$ quindi la base starà nell'intervallo $[\sqrt[4]{\frac{9}{5}}, \frac{3}{2}]$.

Problema della trifferenza - domande da porsi

Domande.

1. La dimensione dell'insieme massimo cresce esponenzialmente con n?
2. Se sì, qual è la base di tale esponenziale?
3. Per valori piccoli di n si riesce a determinare il valore esatto?

Risposte parziali.

1. Sì, si riesce a mostrare che cresce almeno come $\approx \left(\sqrt[4]{\frac{9}{5}}\right)^n$
2. Non si sa, può crescere al massimo come $\approx \left(\frac{3}{2}\right)^n$ quindi la base starà nell'intervallo $[\sqrt[4]{\frac{9}{5}}, \frac{3}{2}]$.

Risposta domanda (3)

Per valori di n piccoli abbiamo i seguenti risultati.

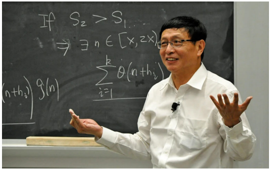
Insieme massimo per $1 \leq n \leq 9$.

- Per $n = 1$, la dimensione è 3
- Per $n = 2$, la dimensione è 4
- Per $n = 3$, la dimensione è 6
- Per $n = 4$, la dimensione è 9
- Per $n = 5$, la dimensione è 10
- Per $n = 6$, la dimensione è 13
- Per $n = 7$, la dimensione è 16
- Per $n = 8$, la dimensione è 20
- Per $n = 9$, la dimensione è 27

Per $5 \leq n \leq 9$, dimostrazione al computer per esaustione. Per $n > 9$ problema aperto.

Matematica pura e Informatica: un esempio

Congettura dei primi gemelli (1849). Esistono infiniti numeri primi p tali che anche $p+2$ sia un numero primo.



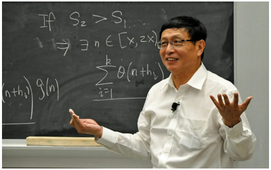
Yitang Zhang

Teorema Zhang (2013). Esistono infiniti numeri primi consecutivi che differiscono al più di $70 \cdot 10^6$.

Teorema Polymath (2014). Esistono infiniti numeri primi consecutivi che differiscono al più di 246.

Matematica pura e Informatica: un esempio

Congettura dei primi gemelli (1849). Esistono infiniti numeri primi p tali che anche $p + 2$ sia un numero primo.



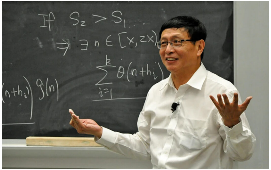
Yitang Zhang

Teorema Zhang (2013). Esistono infiniti numeri primi consecutivi che differiscono al più di $70 \cdot 10^6$.

Teorema Polymath (2014). Esistono infiniti numeri primi consecutivi che differiscono al più di 246.

Matematica pura e Informatica: un esempio

Congettura dei primi gemelli (1849). Esistono infiniti numeri primi p tali che anche $p+2$ sia un numero primo.



Yitang Zhang

Teorema Zhang (2013). Esistono infiniti numeri primi consecutivi che differiscono al più di $70 \cdot 10^6$.

Teorema Polymath (2014). Esistono infiniti numeri primi consecutivi che differiscono al più di 246.

Due principali analogie

1. Risoluzione di problemi (Problem solving)
   - Entrambi implicano la capacità di risolvere problemi, anche se in contesti diversi. I ricercatori devono affrontare problemi più complessi e spesso più astratti, mentre gli studenti impegnati nelle gare olimpioniche devono risolvere problemi che richiedono spesso creatività e ingegno.
2. Competitività

Due principali analogie

1. Risoluzione di problemi (Problem solving)
2. Competitività
   - Sia nella ricerca matematica che nelle gare olimpioniche di matematica c'è un elemento di competitività. Nella ricerca, i matematici competono per essere i primi a risolvere un problema o a sviluppare una nuova teoria. Nelle gare olimpioniche, gli studenti competono per ottenere il punteggio più alto risolvendo i problemi assegnati.

Differenze principali

1. Obiettivi e finalità
    - **Ricerca**: scoprire nuove teorie, dimostrare teoremi, affrontare problemi aperti
    - **Gare olimpioniche**: testare le abilità di risoluzione sotto pressione e in un tempo limitato
2. Approccio e metodologia
3. Tempistiche e struttura
4. Contesto e pubblico
5. Formazione e preparazione

Differenze principali

1. Obiettivi e finalità
2. Approccio e metodologia
   - **Ricerca**: approccio più libero e creativo, che spesso richiede di sviluppare nuove idee e metodi per affrontare problemi complessi
   - **Gare olimpioniche**: soluzioni chiare, concise e rigorose ai problemi assegnati, utilizzando principalmente concetti e tecniche esistenti
3. Tempistiche e struttura
4. Contesto e pubblico
5. Formazione e preparazione

Differenze principali

1. Obiettivi e finalità
2. Approccio e metodologia
3. Tempistiche e struttura
    - **Ricerca**: Può richiedere anni per sviluppare una teoria o risolvere un problema significativo. Il lavoro può essere altamente collaborativo e coinvolgere la revisione da parte di altri esperti
    - **Gare olimpioniche**: eventi a breve termine, che spesso si svolgono in un ambiente competitivo
4. Contesto e pubblico
5. Formazione e preparazione

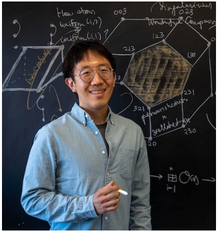
Differenze principali

1. Obiettivi e finalità
2. Approccio e metodologia
3. Tempistiche e struttura
4. Contesto e pubblico
    - **Ricerca**: il lavoro di ricerca è destinato a essere pubblicato in riviste accademiche specializzate e condiviso con la comunità accademica per il progresso della conoscenza.
    - **Gare olimpioniche**: eventi competitivi che coinvolgono studenti di varie età e che mirano a promuovere l'interesse e l'eccellenza tra i giovani.
5. Formazione e preparazione

Differenze principali

1. Obiettivi e finalità
2. Approccio e metodologia
3. Tempistiche e struttura
4. Contesto e pubblico
5. Formazione e preparazione
    - **Ricerca**: Coinvolge una formazione avanzata, spesso attraverso programmi universitari e supervisione da parte di esperti nel campo.
    - **Gare olimpioniche**: preparazione attraverso corsi aggiuntivi, training specifici per le gare e risoluzione di problemi pratici.

Citazione interessante



June Huh – Fields medalist 2022

Quote. *Wang was shocked when he first witnessed it. "I have this math competition experience, that as a mathematician you have to be clever, you have to be fast," he said. "But June is the opposite. ... If you talk to him for five minutes about some calculus problem, you'd think this guy wouldn't pass a qualifying exam. He's very slow." So slow, in fact, that at first Wang thought they were wasting a lot of time on easy problems they already understood. But then he realized that Huh was learning even seemingly simple concepts in a much deeper way - and in precisely the way that would later prove useful.*