

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE DOMANDE, UNA MENZOGNA...

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

Andrea Caranti,
Matteo Zendron, Maurizio Marinelli,
Matteo Corazza, Francesco Prantil, Lorenzo Valdan

Dipartimento di Matematica e
Corso di Laurea in Matematica
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Università degli Studi di Trento

`science.unitn.it/~caranti`

Trento, 9 febbraio 2010

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

IL PIANO

- 1 SETTE DOMANDE
- 2 CODICI A CORREZIONE D'ERRORE
- 3 IL CODICE DI HAMMING
- 4 UNO STRANO PIANO

FACCIAMO UN GIOCO...

Pensate un numero da 0 a 15 *compresi*.

Io vi farò sette domande su questo numero.

Potete rispondere sempre correttamente, oppure mentire
una volta sola.

Io mi impegno a indovinare comunque il numero.

FACCIAMO UN GIOCO...

Pensate un numero da 0 a 15 *compresi*.

Io vi farò sette domande su questo numero.

Potete rispondere sempre correttamente, oppure mentire
una volta sola.

Io mi impegno a indovinare comunque il numero.

FACCIAMO UN GIOCO...

Pensate un numero da 0 a 15 *compresi*.

Io vi farò sette domande su questo numero.

Potete rispondere sempre correttamente, oppure mentire
una volta sola.

Io mi impegno a indovinare comunque il numero.

FACCIAMO UN GIOCO...

Pensate un numero da 0 a 15 *compresi*.

Io vi farò sette domande su questo numero.

Potete rispondere sempre correttamente, oppure mentire
una volta sola.

Io mi impegno a indovinare comunque il numero.

FACCIAMO UN GIOCO...

Pensate un numero da 0 a 15 *compresi*.

Io vi farò sette domande su questo numero.

Potete rispondere sempre correttamente, oppure mentire
una volta sola.

Io mi impegno a indovinare comunque il numero.

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?
- È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15?

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?
- È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15?
- È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15?

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?
- È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15?
- È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15?

Torna alle domande

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?
- È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15?
- È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15?

A questo punto potreste (forse) chiedervi...

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?
- È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15?
- È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15?

A questo punto potreste (forse) chiedervi. . .

- come ho fatto a indovinare, *nonostante la menzogna*;

PENSATO? ECCO LE DOMANDE...

- È maggiore di 7?
- È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?
- È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?
- È dispari?
- È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15?
- È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15?
- È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15?

A questo punto potreste (forse) chiedervi. . .

- come ho fatto a indovinare, *nonostante la menzogna*;
- come ho fatto a indovinare *cosí rapidamente*.

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

QUANTE DOMANDE SERVONO?

Se non mentite, quante domande servono per indovinare il numero?

Le nostre domande ammettono solo risposta *sí* oppure *no*.

Domande del tipo “È per caso il numero 1?” sono scommesse rischiose.

Se le risposte sono no, sono nei guai. . .

Si può fare di meglio. . .

QUANTE DOMANDE SERVONO?

Se non mentite, quante domande servono per indovinare il numero?

Le nostre domande ammettono solo risposta *sí* oppure *no*.

Domande del tipo “È per caso il numero 1?” sono scommesse rischiose.

Se le risposte sono no, sono nei guai. . .

Si può fare di meglio. . .

QUANTE DOMANDE SERVONO?

Se non mentite, quante domande servono per indovinare il numero?

Le nostre domande ammettono solo risposta *sí* oppure *no*.

Domande del tipo “È per caso il numero 1?” sono scommesse rischiose.

Se le risposte sono no, sono nei guai. . .

Si può fare di meglio. . .

QUANTE DOMANDE SERVONO?

Se non mentite, quante domande servono per indovinare il numero?

Le nostre domande ammettono solo risposta *sí* oppure *no*.

Domande del tipo “È per caso il numero 1?” sono scommesse rischiose.

Se le risposte sono no, sono nei guai. . .

Si può fare di meglio. . .

QUANTE DOMANDE SERVONO?

Se non mentite, quante domande servono per indovinare il numero?

Le nostre domande ammettono solo risposta *sí* oppure *no*.

Domande del tipo “È per caso il numero 1?” sono scommesse rischiose.

Se le risposte sono no, sono nei guai. . .

Si può fare di meglio. . .

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È *dispari?* ” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda. . .

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

DIVIDERE A METÀ

Con la prima domanda

È maggiore di 7?

sto *dividendo a metà* i casi possibili:

- se la risposta è sí, rimangono gli otto numeri da 8 a 15;
- se la risposta è no, rimangono gli otto numeri da 0 a 7.

Questa domanda corrisponde a un `bit` di informazione.

La quarta domanda “È dispari?” divide a metà entrambi i gruppi precedenti. Così fanno anche la seconda e la terza domanda...

Cosa c'è sotto? Stiamo usando la rappresentazione *binaria* dei numeri, ovvero rispetto alla base 2.

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE DECIMALE

Nella usuale rappresentazione *decimale*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 10, escluso quest'ultimo.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 10:

$$52 = 5 \cdot 10 + 2,$$

$$1952 = 1 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10 + 2.$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$"10" = 1 \cdot 2 + 0$$

$$"1010" = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2^1 + 0$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 10$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 0 = 10$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 0$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 0$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 0 = 10.$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 0 = 10.$$

RAPPRESENTAZIONE BINARIA

Nella rappresentazione *binaria*, usiamo una singola cifra per i numeri fra 0 e 2, escluso quest'ultimo.

Dunque usiamo solo le cifre 0 e 1.

Dopodiché scriviamo i numeri in termini di potenze di 2:

$$\text{"10"} = 1 \cdot 2 + 0 = 2,$$

$$\text{"1010"} = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2 + 0 = 10.$$

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro `bit` del numero in questione.

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro bit del numero in questione.

Ecco i numeri da 0 a 15, scritti in base 2.

0		0000		4		0100		8		1000		12		1100
1		0001		5		0101		9		1001		13		1101
2		0010		6		0110		10		1010		14		1110
3		0011		7		0111		11		1011		15		1111

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro bit del numero in questione.

“È maggiore di 7? ” chiede il primo bit

0	0000	4	0100	8	1000	12	1100
1	0001	5	0101	9	1001	13	1101
2	0010	6	0110	10	1010	14	1110
3	0011	7	0111	11	1011	15	1111

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro bit del numero in questione.

“È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15?” chiede il secondo bit

0	0000	4	0100	8	1000	12	1100
1	0001	5	0101	9	1001	13	1101
2	0010	6	0110	10	1010	14	1110
3	0011	7	0111	11	1011	15	1111

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro bit del numero in questione.

“È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15?” chiede il terzo bit

0	0000	4	0100	8	1000	12	1100
1	0001	5	0101	9	1001	13	1101
2	0010	6	0110	10	1010	14	1110
3	0011	7	0111	11	1011	15	1111

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro bit del numero in questione.

“È dispari? ” chiede il quarto bit

0	0000	4	0100	8	1000	12	1100
1	0001	5	0101	9	1001	13	1101
2	0010	6	0110	10	1010	14	1110
3	0011	7	0111	11	1011	15	1111

DOMANDE E BIT

Le prime quattro domande chiedono in realtà i quattro bit del numero in questione.

0		0000		4		0100		8		1000		12		1100
1		0001		5		0101		9		1001		13		1101
2		0010		6		0110		10		1010		14		1110
3		0011		7		0111		11		1011		15		1111

Dunque dalle prime quattro domande (se le risposte sono corrette) posso ricavare il numero pensato, in forma binaria, scrivendo 1 per ogni “sì”, e 0 per ogni “no”.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN, il codice ISBN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN, il codice ISBN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN, il codice ISBN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN, il codice ISBN.

LE ALTRE DOMANDE...

Servono a individuare la menzogna, ovvero l'*errore*.

I *codici a correzione d'errore* servono proprio a correggere gli errori che inevitabilmente si verificano nel corso di una trasmissione di dati.

Ai dati da trasmettere (in questo caso, le quattro domande originali, che già da sole determinerebbero il numero) vengono aggiunti dati che sarebbero *ridondanti*, ma che permettono di *rivelare* o magari di *correggere* uno o più errori.

Esempi: il codice fiscale, il codice BBAN, il codice ISBN.

IL CODICE FISCALE

Il mio codice fiscale è

CRN NDR 52E02 H501Y

La Y finale è una lettera che si ottiene come funzione di tutte le precedenti, secondo regole complicate.

Se mi chiamassi “Canarti”, il mio codice sarebbe

CNR NDR 52E02 H501I

Se quindi scrivendo il codice mi sbaglio e scrivo

CNR NDR 52E02 H501Y

l'errore può essere rivelato!

Notate che lo scambio di due lettere (numeri) consecutivi è l'errore di stampa di gran lunga più comune.

IL CODICE FISCALE

Il mio codice fiscale è

CRN NDR 52E02 H501Y

La Y finale è una lettera che si ottiene come funzione di tutte le precedenti, secondo regole complicate.

Se mi chiamassi "Canarti", il mio codice sarebbe

CNR NDR 52E02 H501I

Se quindi scrivendo il codice mi sbaglio e scrivo

CNR NDR 52E02 H501Y

l'errore può essere rivelato!

Notate che lo scambio di due lettere (numeri) consecutivi è l'errore di stampa di gran lunga più comune.

IL CODICE FISCALE

Il mio codice fiscale è

CRN NDR 52E02 H501Y

La Y finale è una lettera che si ottiene come funzione di tutte le precedenti, secondo regole complicate.

Se mi chiamassi “Canarti”, il mio codice sarebbe

CNR NDR 52E02 H501I

Se quindi scrivendo il codice mi sbaglio e scrivo

CNR NDR 52E02 H501Y

l'errore può essere rivelato!

Notate che lo scambio di due lettere (numeri) consecutivi è l'errore di stampa di gran lunga più comune.

IL CODICE FISCALE

Il mio codice fiscale è

CRN NDR 52E02 H501Y

La Y finale è una lettera che si ottiene come funzione di tutte le precedenti, secondo regole complicate.

Se mi chiamassi “Canarti”, il mio codice sarebbe

CNR NDR 52E02 H501I

Se quindi scrivendo il codice mi sbaglio e scrivo

CNR NDR 52E02 H501Y

l'errore può essere rivelato!

Notate che lo scambio di due lettere (numeri) consecutivi è l'errore di stampa di gran lunga più comune.

IL CODICE FISCALE

Il mio codice fiscale è

CRN NDR 52E02 H501Y

La Y finale è una lettera che si ottiene come funzione di tutte le precedenti, secondo regole complicate.

Se mi chiamassi “Canarti”, il mio codice sarebbe

CNR NDR 52E02 H501I

Se quindi scrivendo il codice mi sbaglio e scrivo

CNR NDR 52E02 H501Y

l'errore può essere rivelato!

Notate che lo scambio di due lettere (numeri) consecutivi è l'errore di stampa di gran lunga più comune.

IL CODICE FISCALE

Il mio codice fiscale è

CRN NDR 52E02 H501Y

La Y finale è una lettera che si ottiene come funzione di tutte le precedenti, secondo regole complicate.

Se mi chiamassi “Canarti”, il mio codice sarebbe

CNR NDR 52E02 H501I

Se quindi scrivendo il codice mi sbaglio e scrivo

CNR NDR 52E02 H501Y

l'errore può essere rivelato!

Notate che lo scambio di due lettere (numeri) consecutivi è l'errore di stampa di gran lunga più comune.

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

IL CODICE BBAN

La Cassa di Risparmio di Ravenna ha codice ABI 06270.

La Filiale di Brisighella ha codice CAB 67510.

Se uno ha il conto 12345678 presso questa Filiale, il suo codice BBAN è

D06270 67510 000012345678

Qui la lettera "D" ha una funzione di controllo.

IL CODICE BBAN

La Cassa di Risparmio di Ravenna ha codice ABI 06270.

La Filiale di Brisighella ha codice CAB 67510.

Se uno ha il conto 12345678 presso questa Filiale, il suo codice BBAN è

D06270 67510 000012345678

Qui la lettera "D" ha una funzione di controllo.

IL CODICE BBAN

La Cassa di Risparmio di Ravenna ha codice ABI 06270.

La Filiale di Brisighella ha codice CAB 67510.

Se uno ha il conto 12345678 presso questa Filiale, il suo
codice BBAN è

D06270 67510 000012345678

Qui la lettera "D" ha una funzione di controllo.

IL CODICE BBAN

La Cassa di Risparmio di Ravenna ha codice ABI 06270.

La Filiale di Brisighella ha codice CAB 67510.

Se uno ha il conto 12345678 presso questa Filiale, il suo codice BBAN è

D06270 67510 000012345678

Qui la lettera "D" ha una funzione di controllo.

IL CODICE BBAN

La Cassa di Risparmio di Ravenna ha codice ABI 06270.

La Filiale di Brisighella ha codice CAB 67510.

Se uno ha il conto 12345678 presso questa Filiale, il suo codice BBAN è

D06270 67510 000012345678

Qui la lettera “D” ha una funzione di controllo.

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

BRISIGHELLA, TU SEI BELLA...



ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x, che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x, che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x, che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x, che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x, che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una x , che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

ISBN-10

0252725484

è il codice ISBN del libro di Claude E. Shannon e Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press, Urbana, Ill., 1949. vi+117 pp. Le prime 9 cifre indicano paese, editore e libro. L'ultima è calcolata così:

$$0 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 5 \cdot 7 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 9 = 213$$

che diviso per 11 dà resto 4. L'ultima cifra potrebbe anche essere una X, che sta per la *cifra* 10 in base 11.

Dal 2007 vige il nuovo ISBN-13, che però per certi versi è peggiorativo...

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

CLAUDE E. SHANNON (1916–2001)



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

RICHARD W. HAMMING (1915 - 1996)

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

IL CODICE DI HAMMING

...corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*.

IL CODICE DI HAMMING

... corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*. Un amico mi trasmette un messaggio, che consiste di unità di quattro bit alla volta:

1010

IL CODICE DI HAMMING

... corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*. Un amico mi trasmette un messaggio, che consiste di unità di quattro bit alla volta:

0110

IL CODICE DI HAMMING

... corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*. Un amico mi trasmette un messaggio, che consiste di unità di quattro bit alla volta:

0111

IL CODICE DI HAMMING

... corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*. Un amico mi trasmette un messaggio, che consiste di unità di quattro bit alla volta:

0111

Il problema è che il canale di trasmissione potrebbe introdurre dei disturbi, cioè cambiare degli 0 in 1 e viceversa.

IL CODICE DI HAMMING

... corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*. Un amico mi trasmette un messaggio, che consiste di unità di quattro bit alla volta:

0111

Il problema è che il canale di trasmissione potrebbe introdurre dei disturbi, cioè cambiare degli 0 in 1 e viceversa.

Io che ricevo *chiedo* al canale chi sono i quattro bit trasmessi. Il canale però *potrebbe mentire*.

IL CODICE DI HAMMING

... corregge un errore su 7 bit. Vediamo cosa significa, continuando con l'analogia delle *domande*. Un amico mi trasmette un messaggio, che consiste di unità di quattro bit alla volta:

0111

Il problema è che il canale di trasmissione potrebbe introdurre dei disturbi, cioè cambiare degli 0 in 1 e viceversa.

Io che ricevo *chiedo* al canale chi sono i quattro bit trasmessi. Il canale però *potrebbe mentire*. Il trucco è quello di aggiungere altri bit (altre domande) che sarebbero ridondanti se non ci fossero errori, ma che permettono di correggere un errore su 7 bit.

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. (Non sto a spiegare *come* vengono calcolati questi ultimi 3 bit.)

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0010 110

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0101 100

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1011 000

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0110 001

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1100 010

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1000 101

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1110 100

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1101 001

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1010 011

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0100 111

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1001 110

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0011 101

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0111 010

IL CODICE DI HAMMING

Il mio amico trasmette sequenze di 7 bit: i primi 4 sono il messaggio, gli altri 3 sono *calcolati* a partire dai primi. Le sequenze trasmesse *non sono tutte quelle possibili*, ma sono 0000 000 e 1111 111, e poi

0001 011

e quelle che si ottengono *ruotando*:

0001 011

Poi la sequenza *complementare*

1110 100

e quelle che si ottengono *ruotando*:

1110 100

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti *sí*: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? *Sí*

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? *Sí*

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? *Sí*

È dispari? *No*

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? *Sí*

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? *Sí*

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? *Sí*

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti *sí*: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? *Sí*

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? *Sí*

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? *Sí*

È dispari? *No*

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? *Sí*

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? *Sí*

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? *Sí*

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

UN ERRORE (UNA MENZOGNA)

Il codice di Hamming corregge un errore (scova una menzogna).

Vediamo un esempio *semplice*. Penso il numero 15 (che darebbe tutti sí: sequenza 1111 111), e mento alla quarta domanda.

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

CORREGGERE UN ERRORE

È maggiore di 7? Sí

È uno fra 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15? Sí

È uno fra 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15? Sí

È dispari? No

È uno fra 2, 3, 4, 5, 8, 9, 14, 15? Sí

È uno fra 1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15? Sí

È uno fra 1, 3, 4, 6, 8, 10, 13, 15? Sí

La sequenza è 1110111. Ma le sequenze legali sono:

- sequenze tipo 1110100 con tre 0 e quattro 1,
- sequenze tipo 0001 011 con tre 1 e quattro 0,
- 0000 000 e 1111 111.

Dunque è lo 0 che è sbagliato, e la sequenza giusta è

1111 111

PIANI STRANI

Vediamo una connessione con i *piani proiettivi*. E' l'intuizione geometrica che permette di trovare rapidamente la menzogna.

E' utile considerare *piani* geometrici molto diversi dall'usuale piano della geometria euclidea.

Per esempio c'è un piano (il **piano di Fano**) che ha solo 7 punti e 7 rette.

PIANI STRANI

Vediamo una connessione con i *piani proiettivi*. E' l'intuizione geometrica che permette di trovare rapidamente la menzogna.

E' utile considerare *piani* geometrici molto diversi dall'usuale piano della geometria euclidea.

Per esempio c'è un piano (il **piano di Fano**) che ha solo 7 punti e 7 rette.

PIANI STRANI

Vediamo una connessione con i *piani proiettivi*. E' l'intuizione geometrica che permette di trovare rapidamente la menzogna.

E' utile considerare *piani* geometrici molto diversi dall'usuale piano della geometria euclidea.

Per esempio c'è un piano (il **piano di Fano**) che ha solo 7 punti e 7 rette.

SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

GINO FANO (1871–1952)



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE

3

2 .

.5

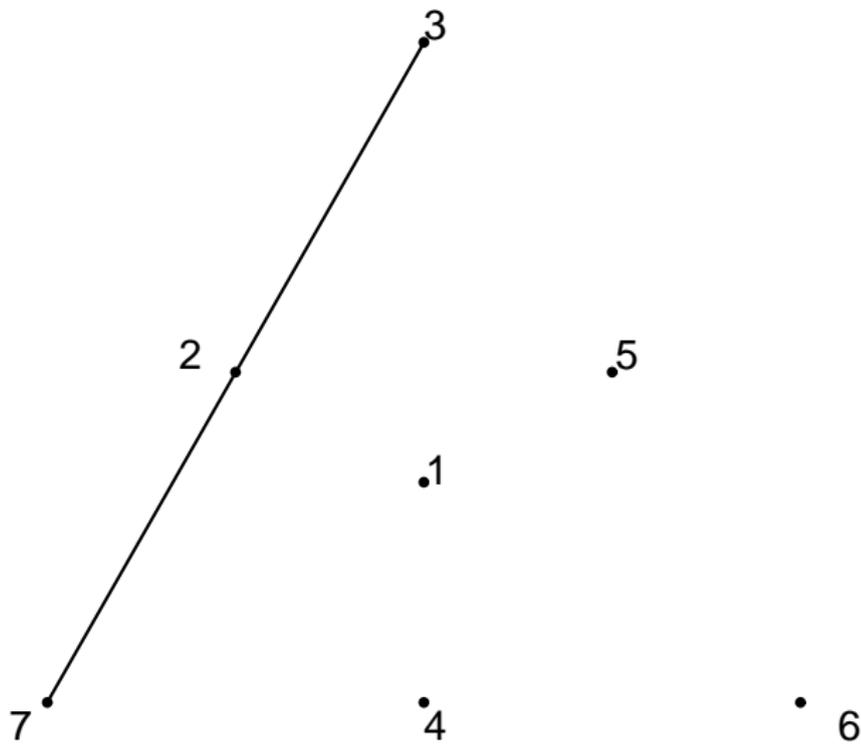
.1

7 .

4

. 6

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

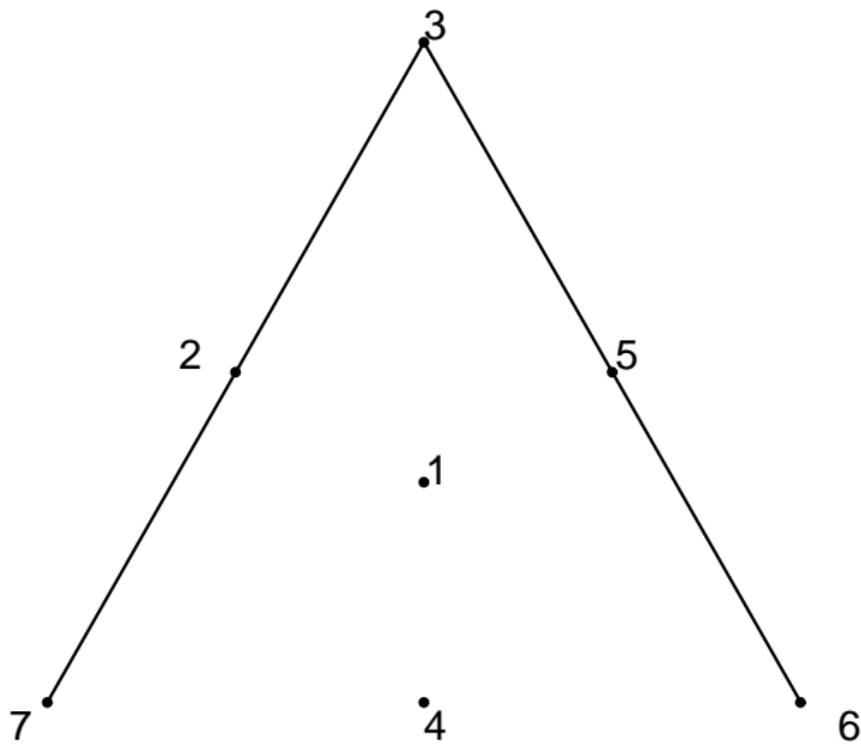
SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

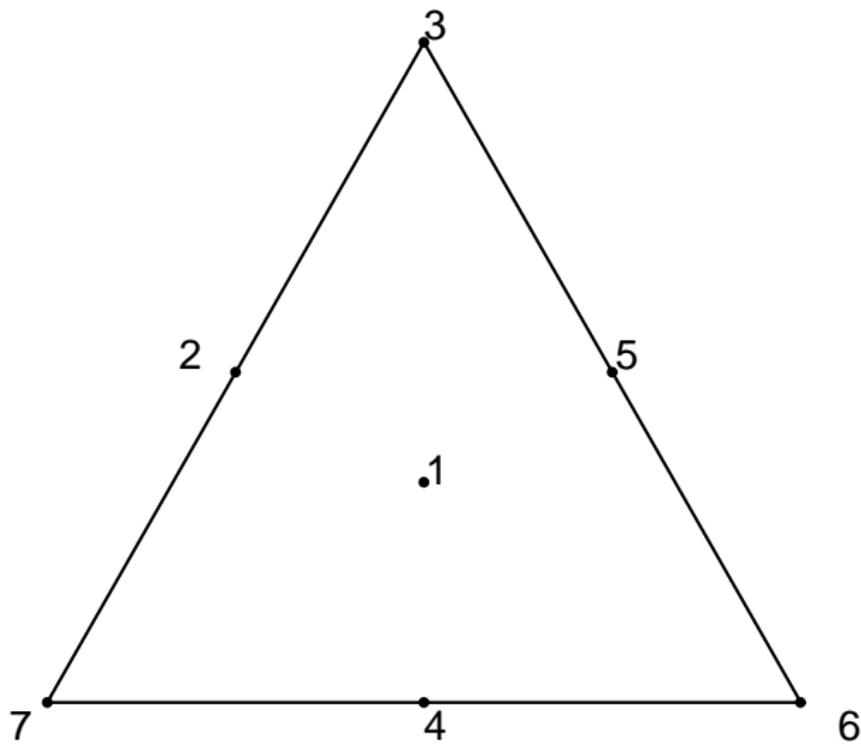
SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

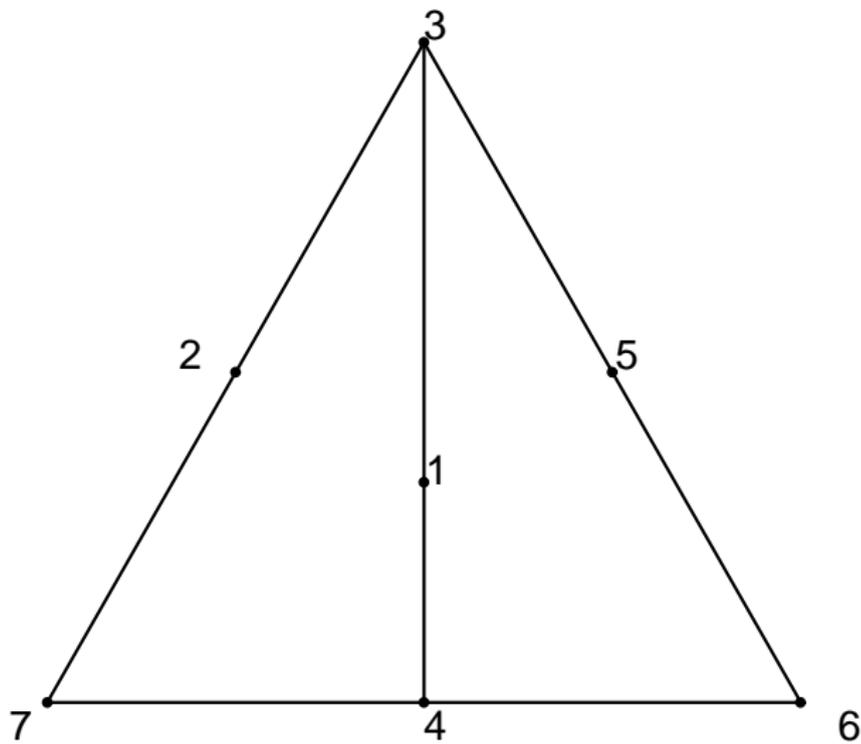
SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

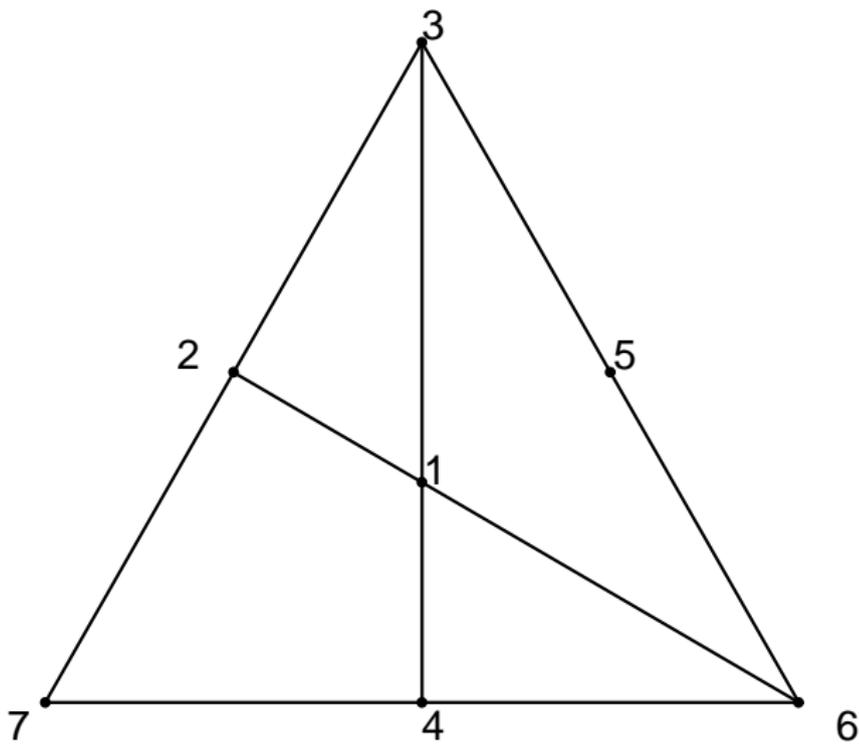
SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

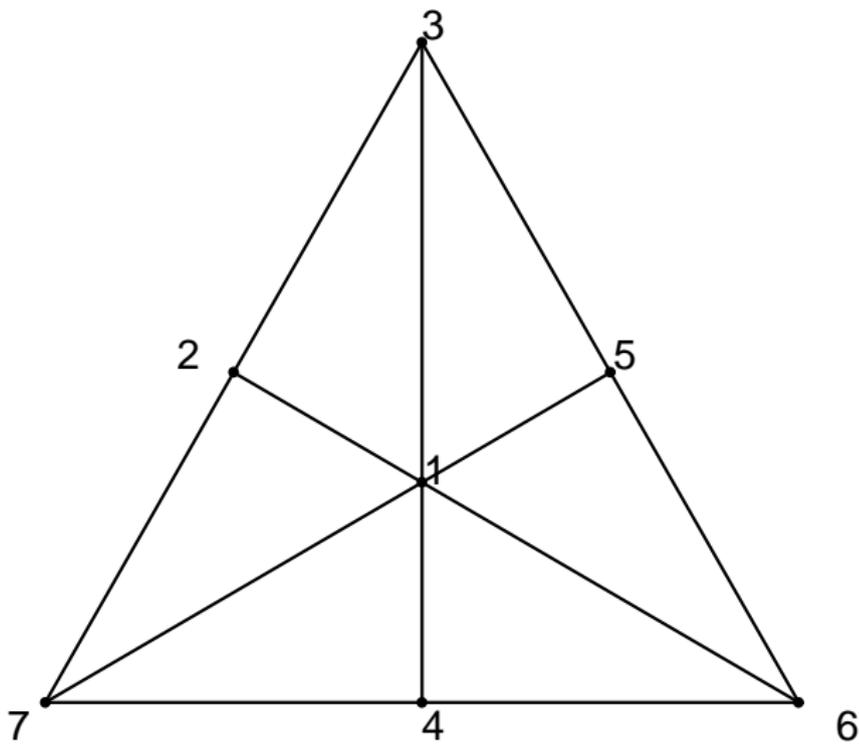
SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

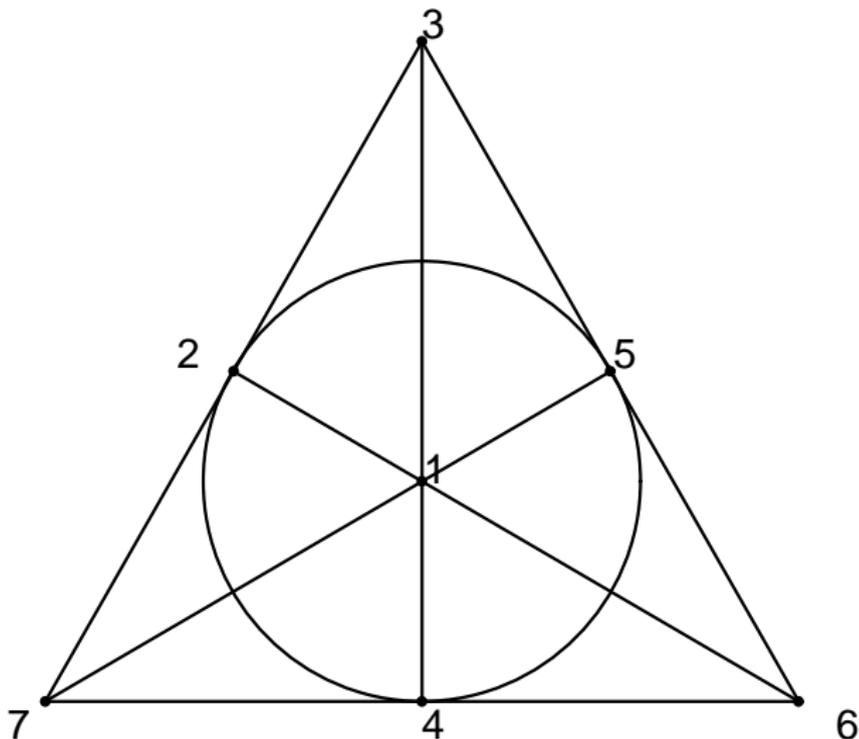
SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

SETTE PUNTI E SETTE RETTE



SETTE
DOMANDE,
UNA
MENZOGNA...

CARANTI ET
AL.

SETTE
DOMANDE

CODICI A
CORREZIONE
D'ERRORE

IL CODICE DI
HAMMING

UNO STRANO
PIANO

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sì”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta*.
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta*.
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una* volta), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sí”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta.*
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta.*
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una* volta), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sí”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta.*
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta.*
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una* volta), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sì”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta*.
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta*.
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una volta*), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sí”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta*.
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta*.
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una volta*), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sí”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta*.
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta*.
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una volta*), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sí”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta*.
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta*.
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una* volta), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni.

Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.

RETTE E RISPOSTE

Mentre voi rispondete alle domande, io segno sul piano un punto nero per ogni “sí”, e un punto bianco per ogni “no”.

Se *non* avete mentito ci sono due possibilità (cioè quattro):

- Ci sono tre punti neri e quattro bianchi, e *i tre punti neri stanno su una retta*.
- Ci sono tre punti bianchi e quattro neri, e *i tre punti bianchi stanno su una retta*.
- Tutti i punti sono neri. (Quando il numero è 15.)
- Tutti i punti sono bianchi. (Quando il numero è 0.)

Se avete mentito (*una* volta), c'è *un unico modo* di cambiare un punto in modo da ricondursi a una di queste situazioni. Questo punto corrisponde alla risposta inesatta.