

L'Informatica incontra le altre Scienze

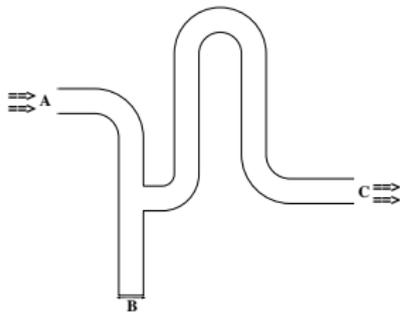
Sistemi Complessi

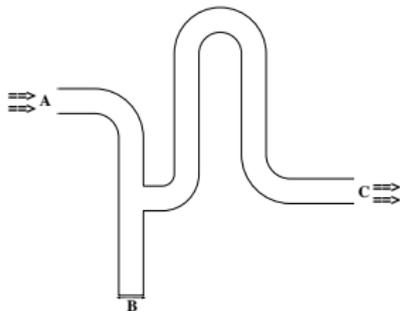
Alberto Dennunzio

Dipartimento di Informatica, Sistemistica e Comunicazione
Università degli Studi di Milano-Bicocca

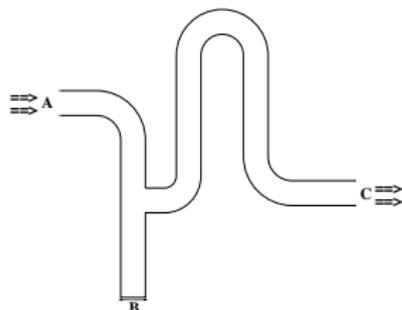
www.fislab.disco.unimib.it

Milano, 29 Aprile 2009





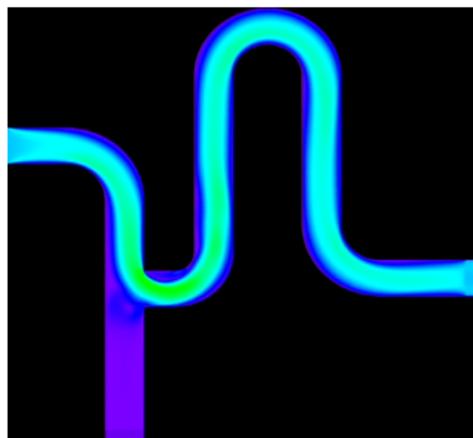
Problema: Equazioni della Fisica difficili da risolvere!



Problema: Equazioni della Fisica difficili da risolvere!

Soluzione:

- ▶ si introduce un modello che descrive il fluido ed il movimento
- ▶ si studia il modello
- ▶ si eseguono simulazioni

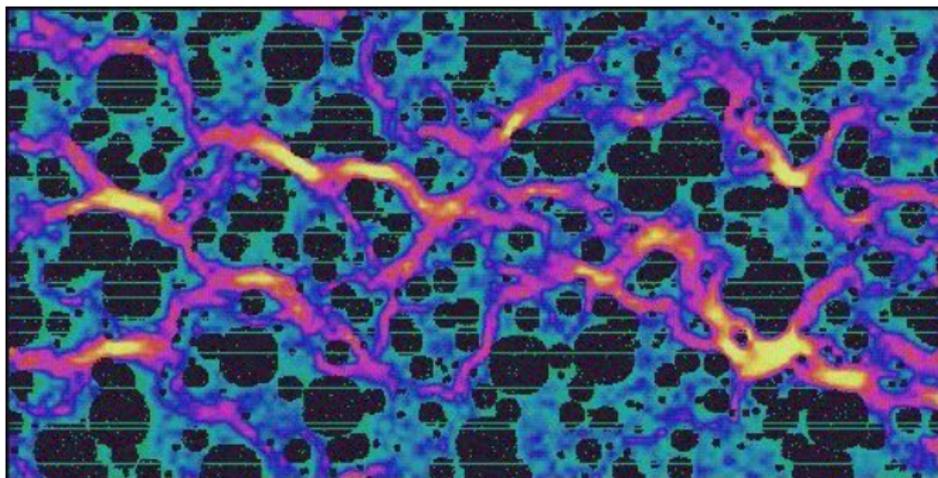


Problema: Equazioni della Fisica difficili da risolvere!

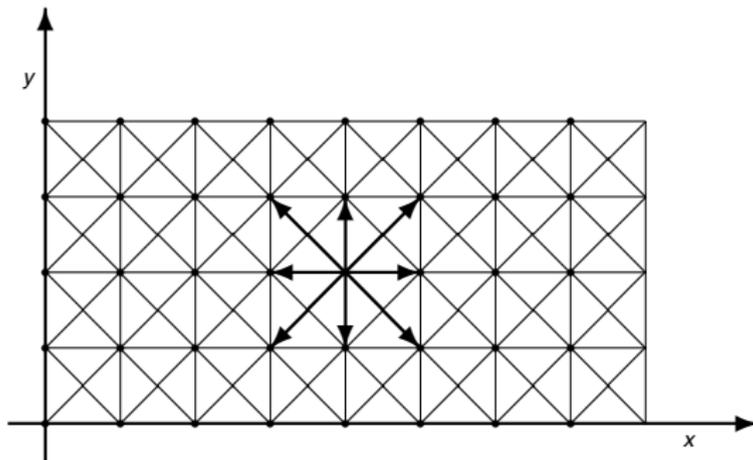
Soluzione:

- ▶ si introduce un modello che descrive il fluido ed il movimento
- ▶ si studia il modello
- ▶ si eseguono simulazioni

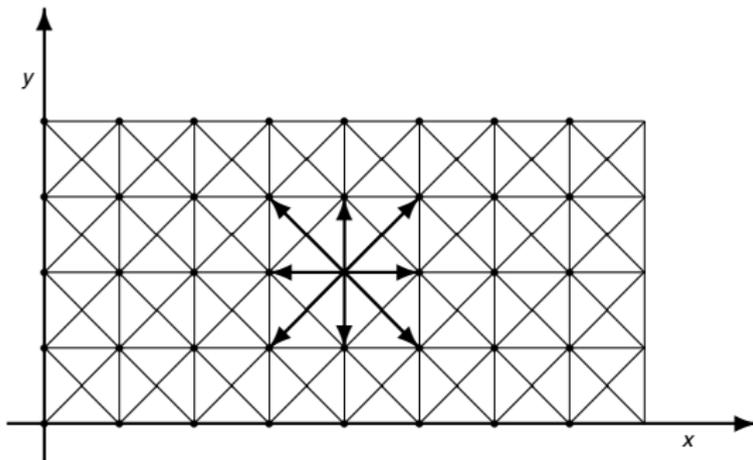
Percolazione del caffè



Modello per il moto di un fluido

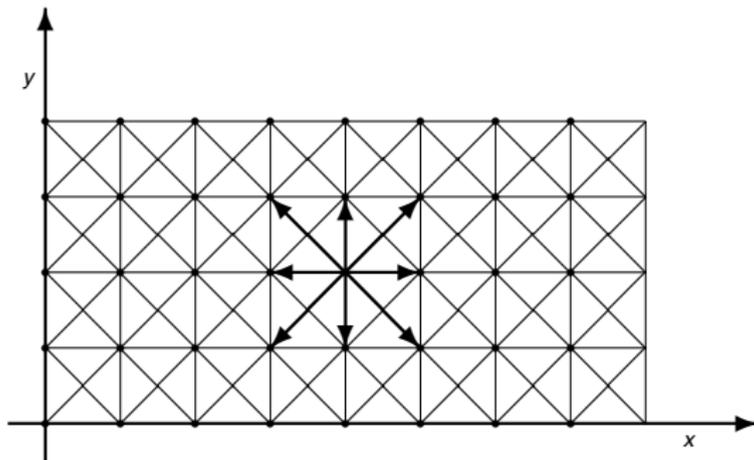


Modello per il moto di un fluido



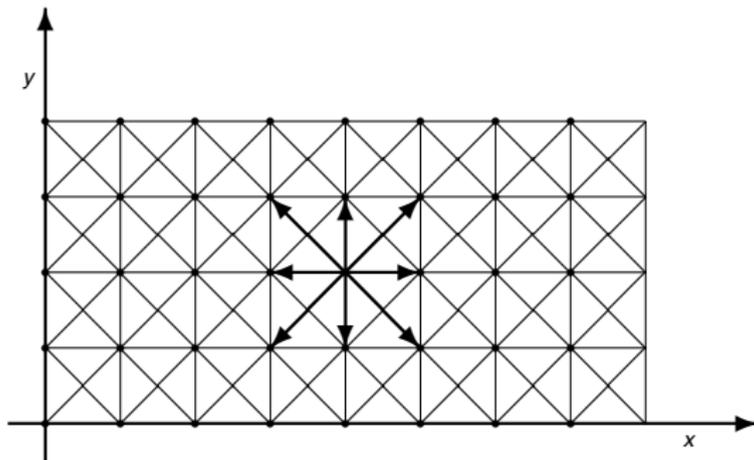
- ▶ lo spazio è discretizzato mediante una griglia di celle

Modello per il moto di un fluido



- ▶ lo spazio è discretizzato mediante una griglia di celle
- ▶ il fluido è descritto da particelle dotate di massa e velocità

Modello per il moto di un fluido



- ▶ lo spazio è discretizzato mediante una griglia di celle
- ▶ il fluido è descritto da particelle dotate di massa e velocità
- ▶ il moto è ottenuto dalla collisione e diffusione delle particelle

Formazione di un fiocco di neve

dopo 8 passi della simulazione

.

Formazione di un fiocco di neve

dopo 16 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 24 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 32 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 40 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 48 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 56 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 64 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 72 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

dopo 80 passi della simulazione



Formazione di un fiocco di neve

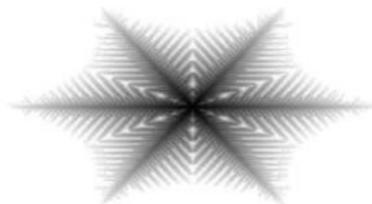
dopo 240 passi della simulazione



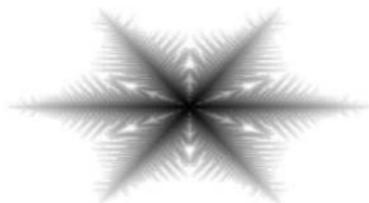
Con lo stesso modello. . .



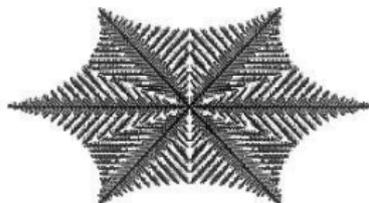
Con lo stesso modello. . .



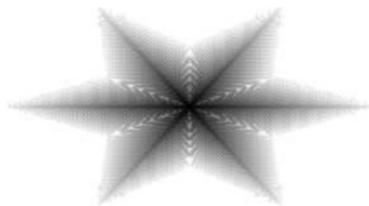
Con lo stesso modello. . .



Con lo stesso modello. . .



Con lo stesso modello. . .



Con lo stesso modello. . .



Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:



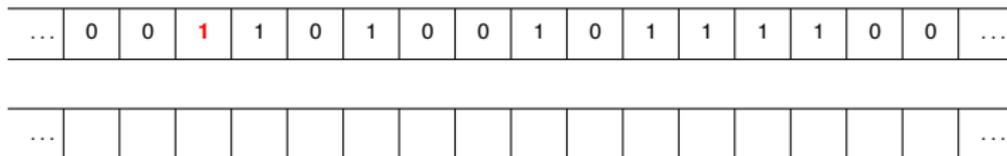
...	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	...
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:

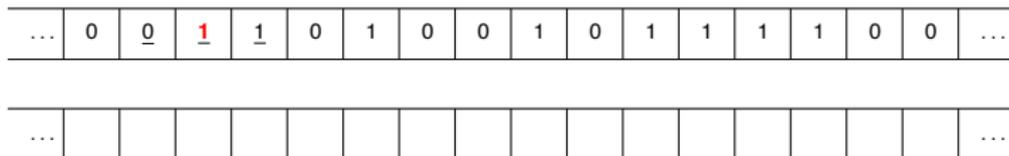


Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:

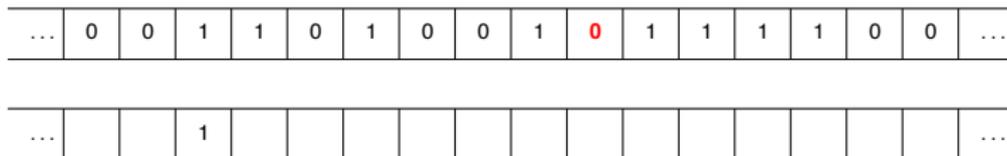


Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:

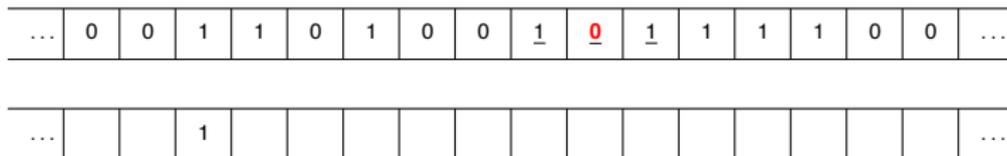


Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:

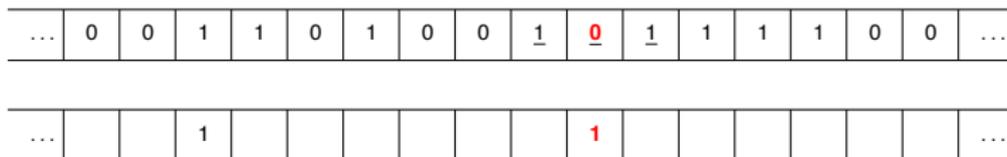


Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:

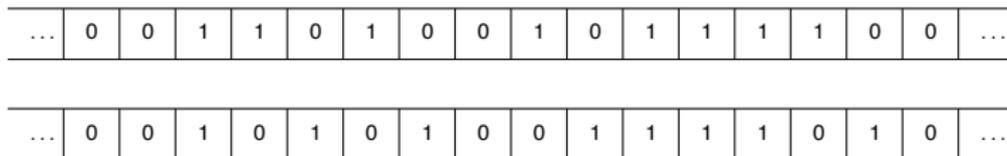


Un modello per il traffico automobilistico

regola:

$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:

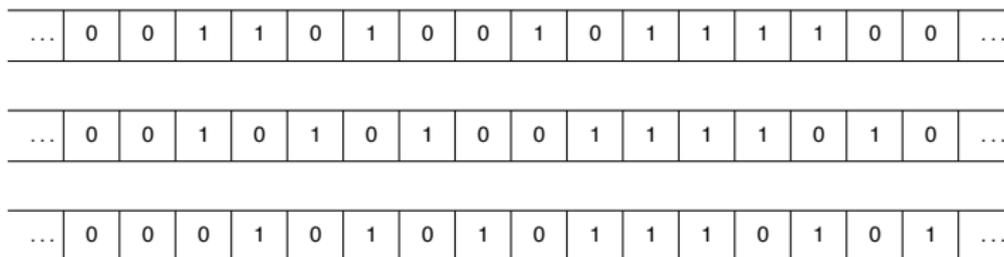


Un modello per il traffico automobilistico

regola:

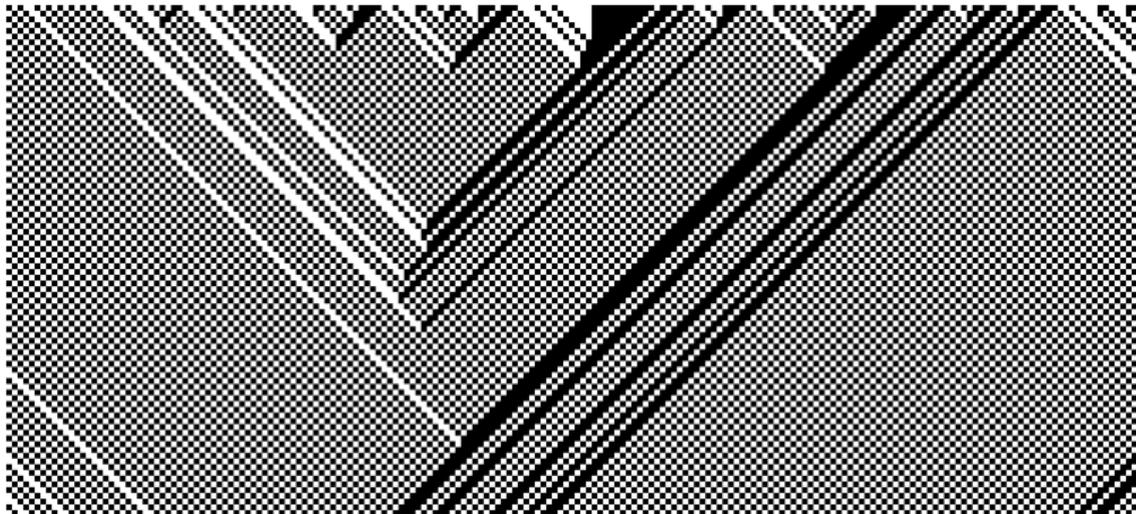
$\{0, 1\}^3$	000	001	010	011	100	101	110	111
f	0	0	0	1	1	1	0	1

strada:



⋮

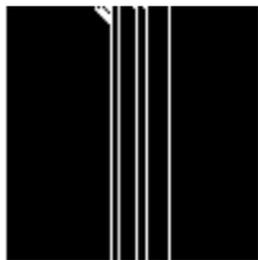
Diagramma spazio-tempo del traffico



Usando regole diverse...



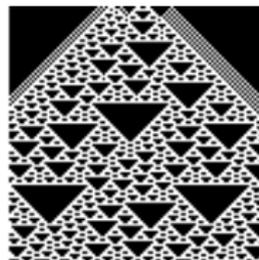
(a)



(b)



(c)



(d)

dà luogo ad un Sistema Caotico!