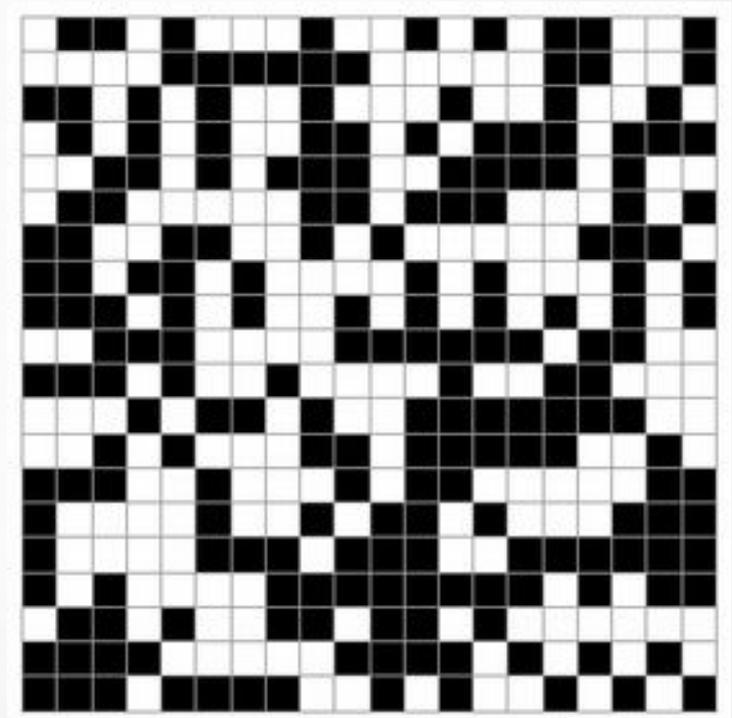


# Automati cellulari

- Sono modelli matematici semplice ma che descrivono sistemi complessi discreti.
- Consistono in una **griglia di celle** connesse a quelle vicine, ognuna delle quali può avere un insieme finito di stati (es. vivo o morto), un colore, una forma, ecc.



Conway's [Game of Life](#)

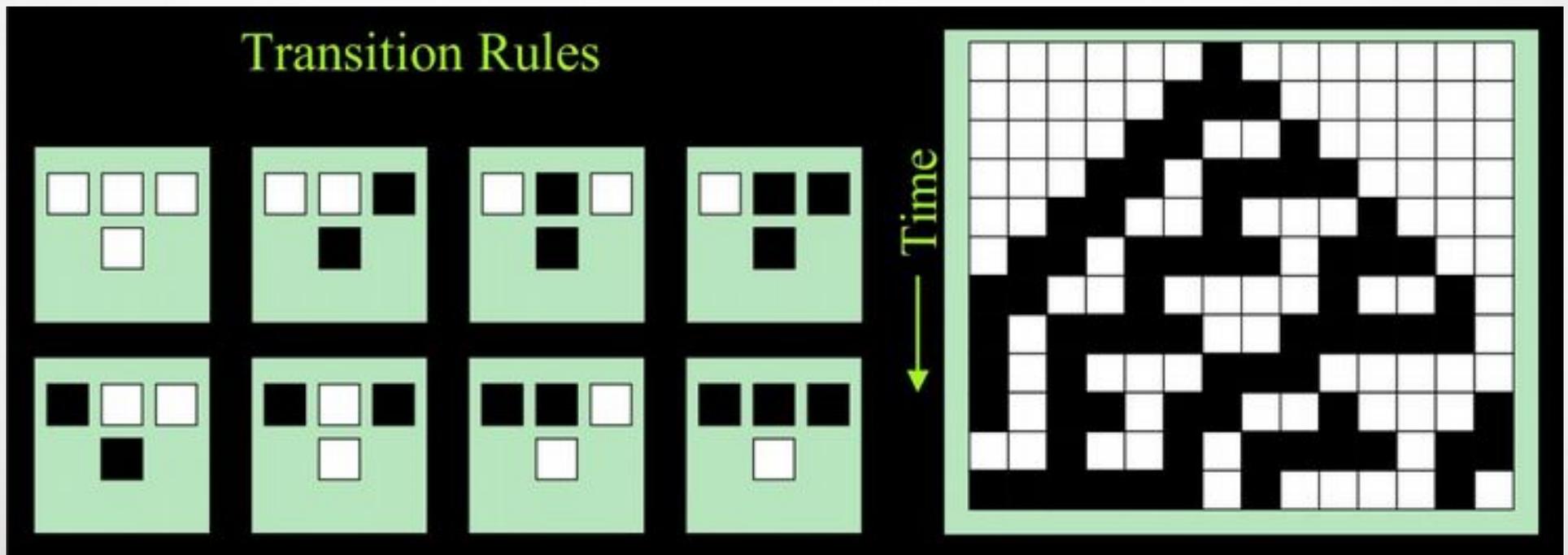
# Automati cellulari lineari di Wolfram

- Gli automati cellulari (CA) più semplici sono quelli lineari, studiati da [Stephen Wolfram](#).



# Automati cellulari lineari di Wolfram

- Lo stato di ogni cella (bianca=0, nera=1) dipende dalla cella centrale e da quelle (due) adiacenti della riga precedente.



- Regole transizione più o meno semplici...

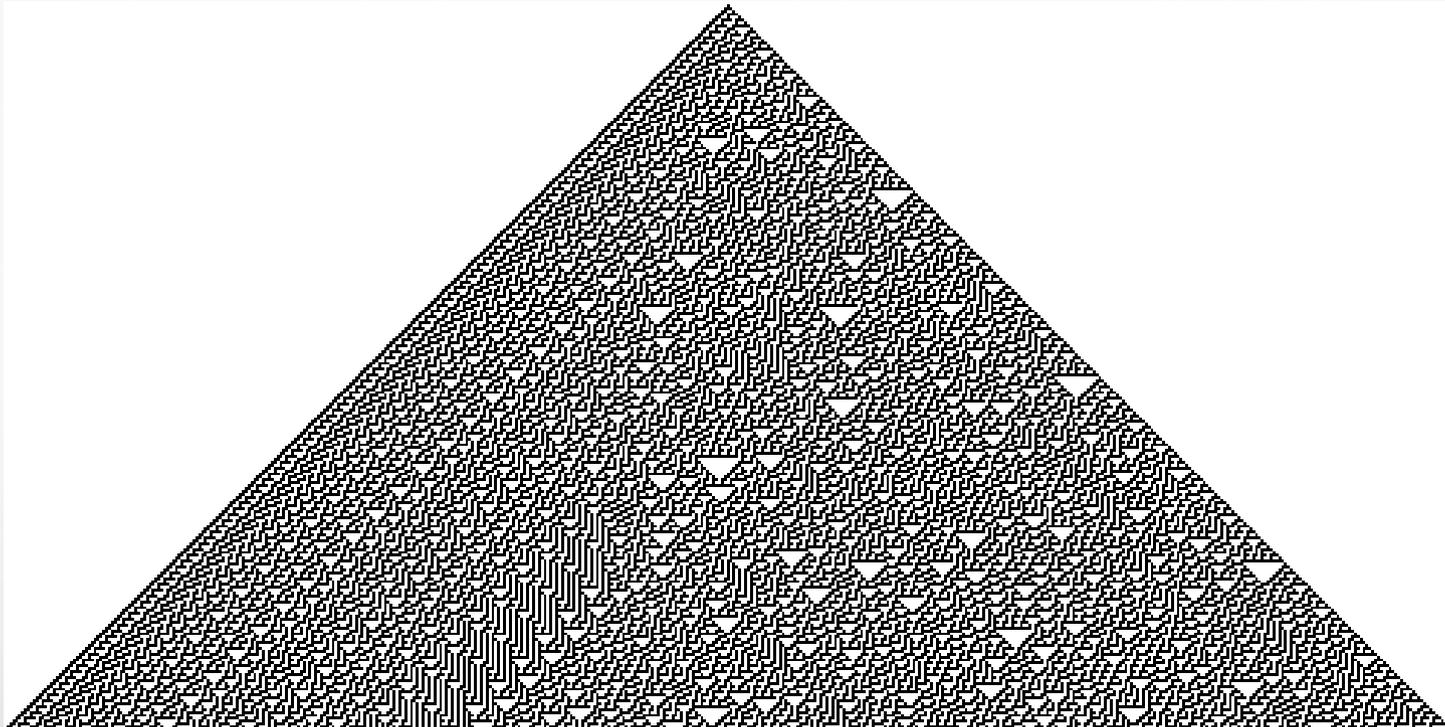
# Automati cellulari lineari di Wolfram

- Una cella con quelle adiacenti costituisce un **vicinato di 3** celle, quindi ci sono  $2^3=8$  configurazioni possibili per un vicinato. Le regole possibili sono quindi  $2^8=256$ .
- Le regole sono descritte utilizzando la cosiddetta **notazione di Wolfram** che consiste in un **numero decimale** che in **notazione binaria** fornisce la **tabella delle regole** con elencati gli 8 vicinati possibili.

# Automati cellulari lineari di Wolfram

- Es. CA30

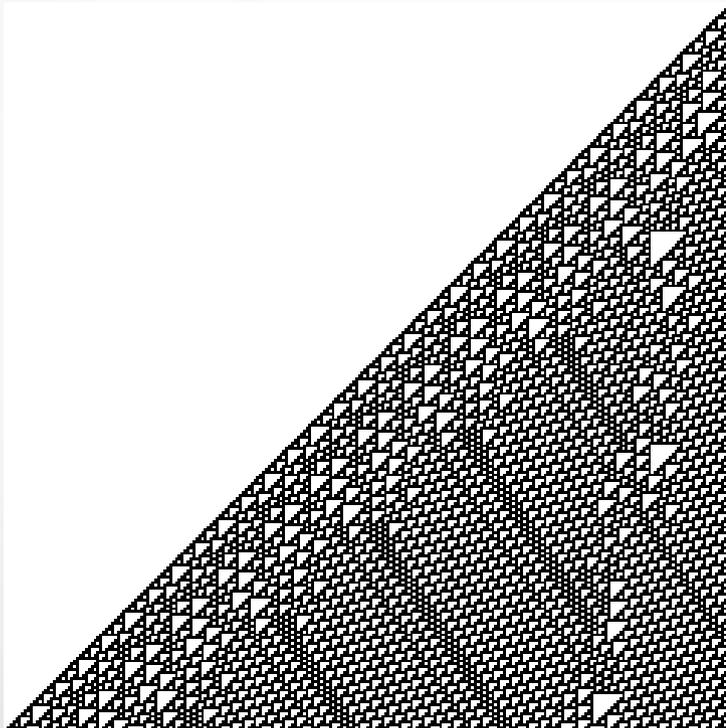
Regola	111	110	101	100	011	010	001	000
Stato cella centrale	0	0	0	1	1	1	1	0



# Automati cellulari lineari di Wolfram

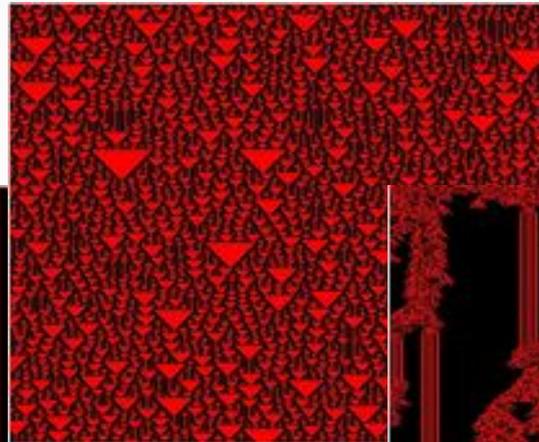
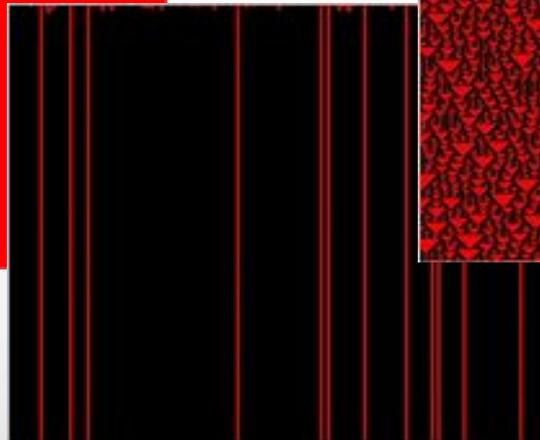
- Es. CA110

Regola	111	110	101	100	011	010	001	000
Stato cella centrale	0	1	1	0	1	1	1	0



# Automati cellulari lineari di Wolfram

- Stephen Wolfram, in *A New Kind of Science* alla metà degli anni ottanta, definì quattro classi (Classi di universalità) in cui possono essere classificati gli automi in base al loro comportamento.



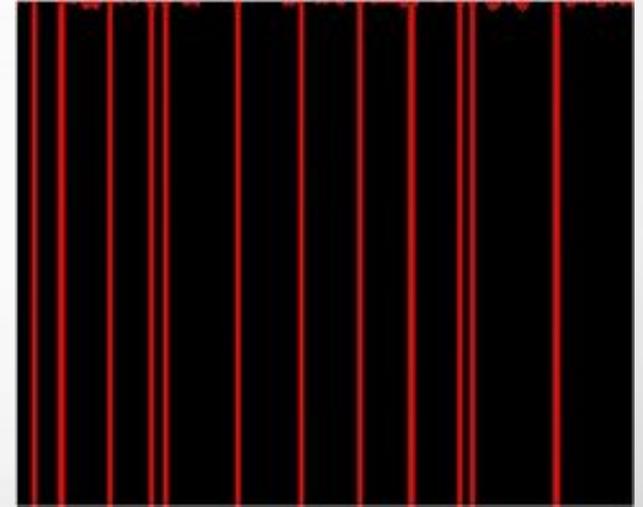
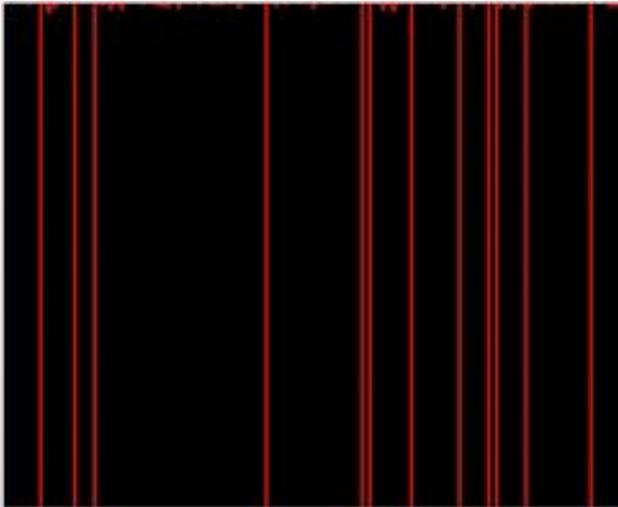
# Classe I di Wolfram

- Quasi tutti i pattern iniziali evolvono velocemente per arrivare in **stati stabili** e omogenei. Qualsiasi casualità dei pattern iniziali scompare. (**Comportamento banale**)



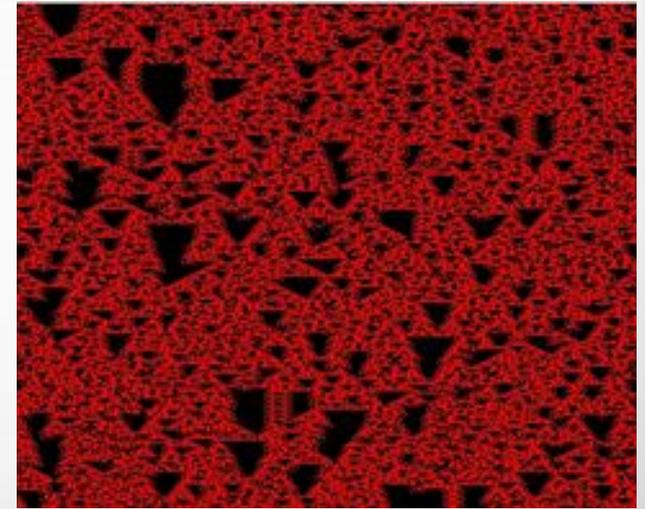
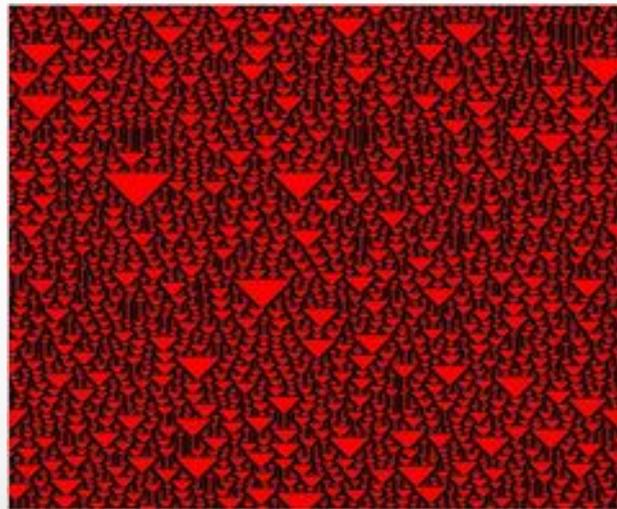
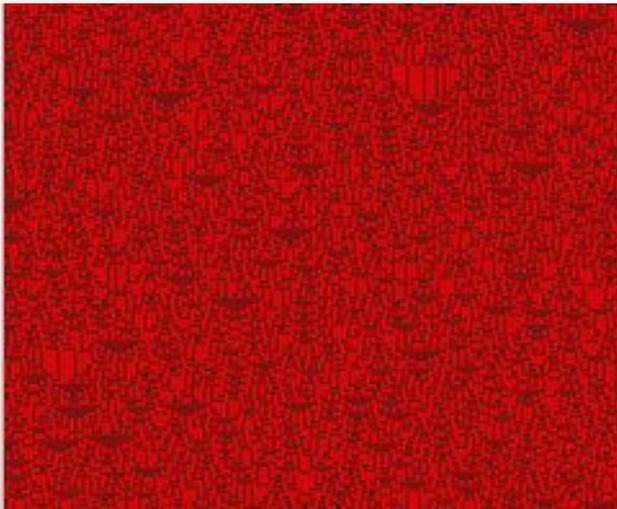
# Classe II di Wolfram

- Quasi tutti i pattern iniziali evolvono velocemente in **strutture stabili o oscillanti**. La casualità nei pattern iniziali può essere ignorata, ma per alcuni è presente.  
(**Comportamento lineare complicato**)



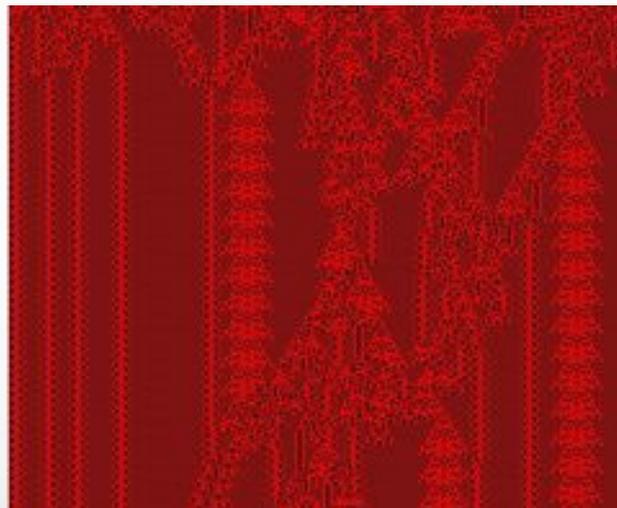
# Classe III di Wolfram

- Quasi tutti i pattern iniziali evolvono in una maniera **pseudo-casuale**. Ogni struttura stabile appare essere velocemente distrutta dal rumore circostante. (**Comportamento caotico**)



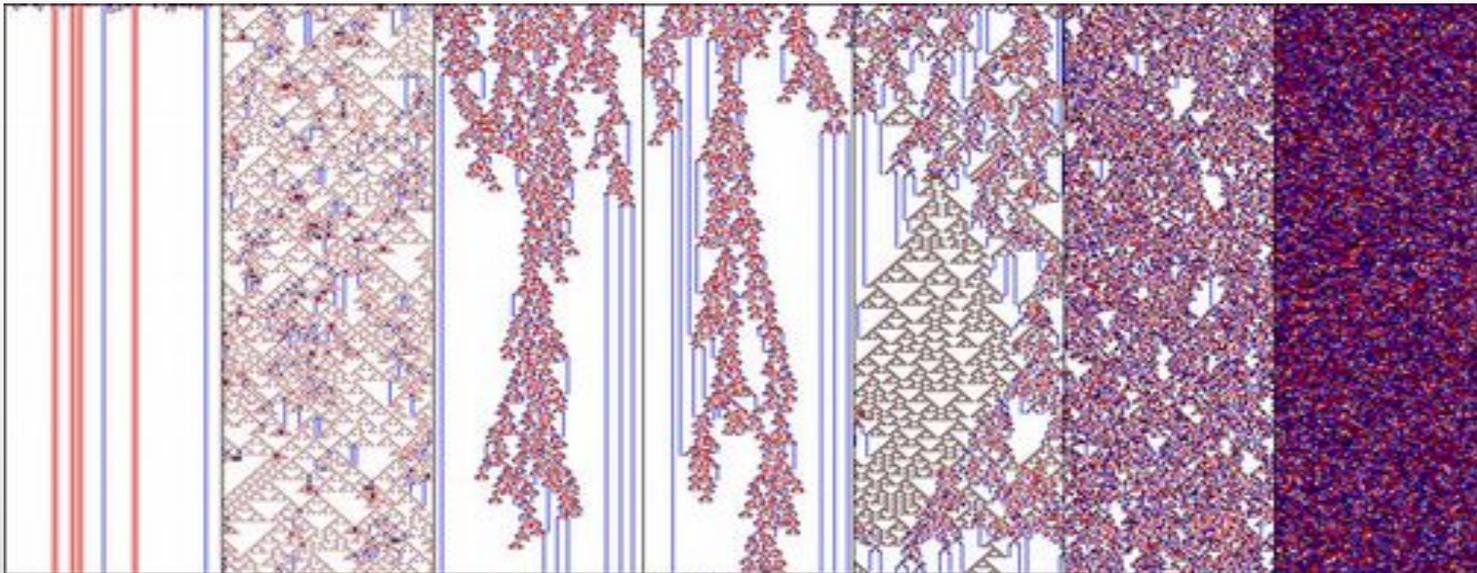
# Classe IV di Wolfram

- **Quasi** tutti i pattern iniziali evolvono in un **comportamento complesso** (**edge of chaos**). Risultati di Classe II o di strutture oscillanti possono essere il risultato finale, ma il numero di passi richiesto per raggiungerle può essere grande.



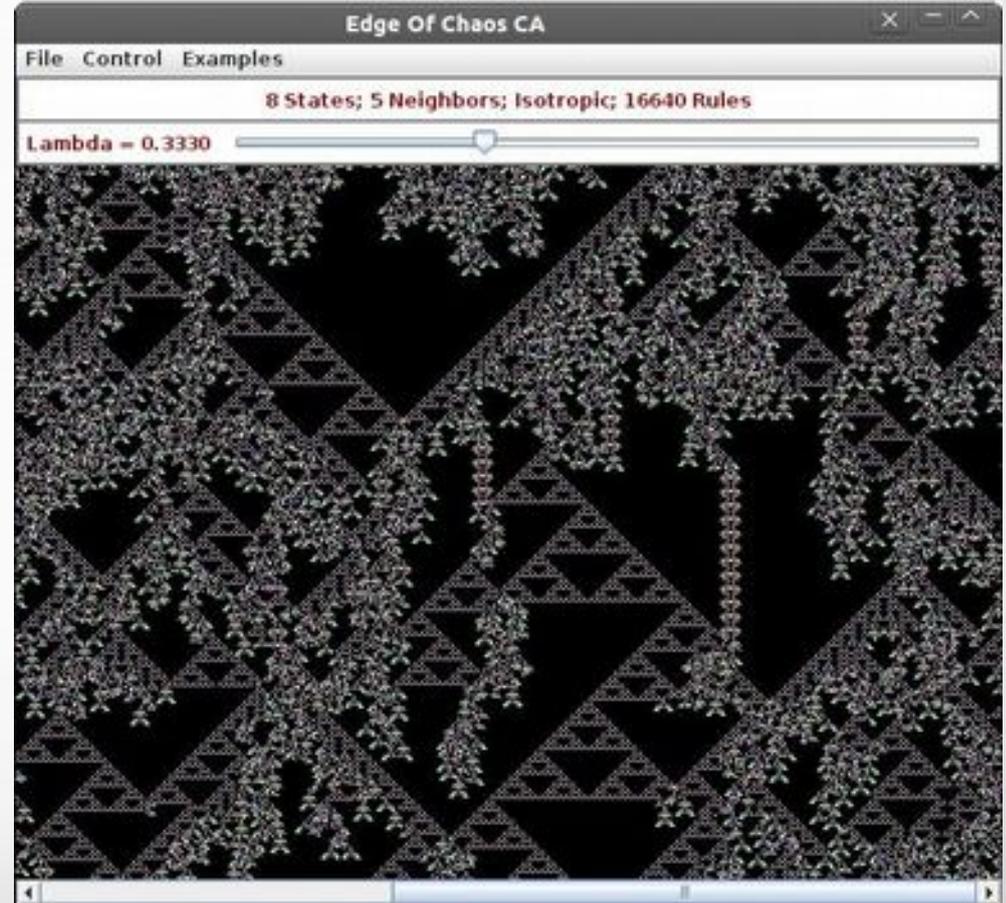
# Classe IV di Wolfram

- **Quasi** tutti i pattern iniziali evolvono in un **comportamento complesso** (**edge of chaos**). Risultati di Classe II o di strutture oscillanti possono essere il risultato finale, ma il numero di passi richiesto per raggiungerle può essere grande.



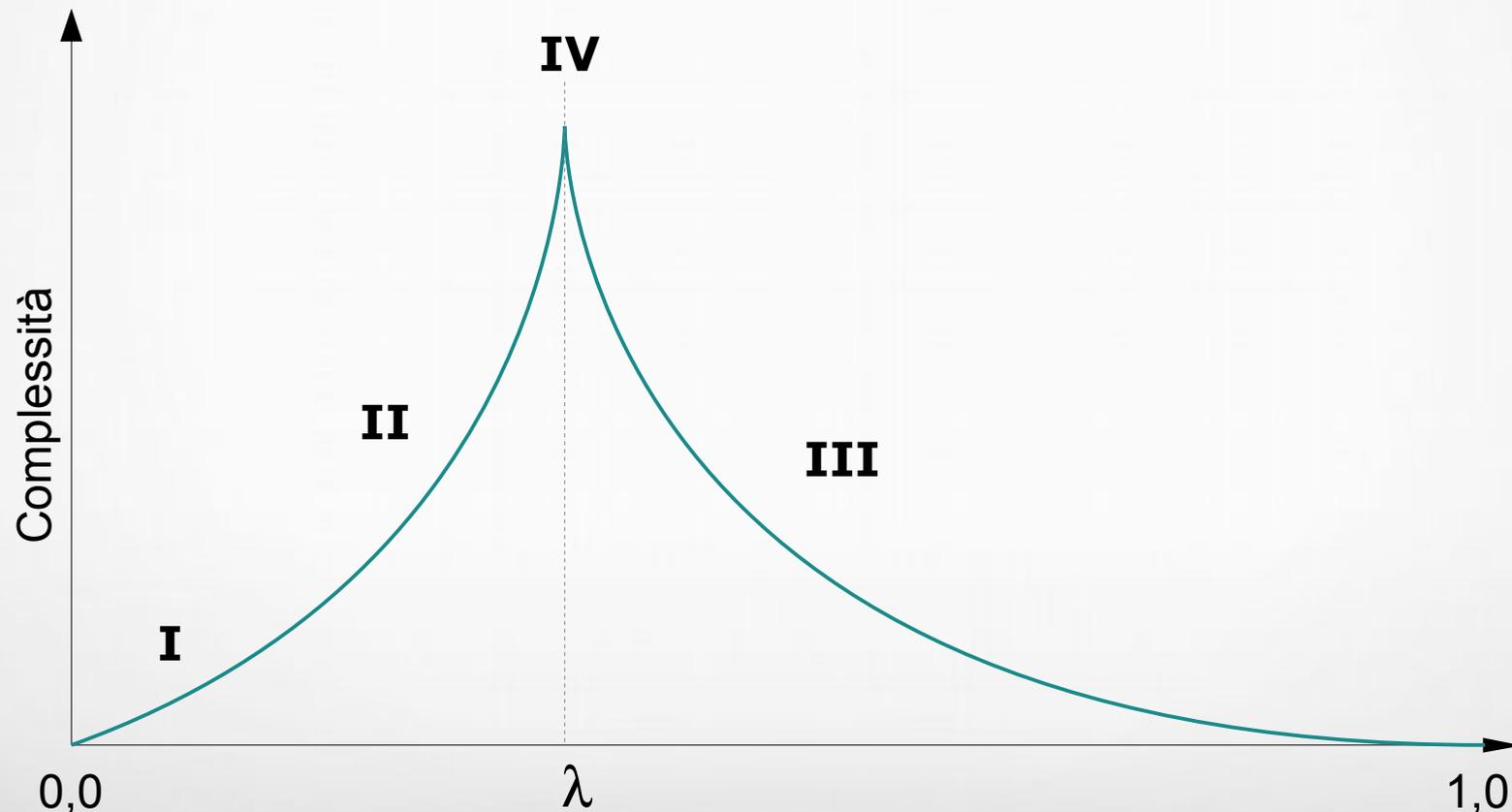
# Parametro $\lambda$ di Langton

- Unico parametro per osservare facilmente il comportamento degli automi cellulari.
- Esprime la frazione decimale di regole che danno luogo a una cella viva.
- Il valore oscilla da un minimo di 0 a un massimo di 1.



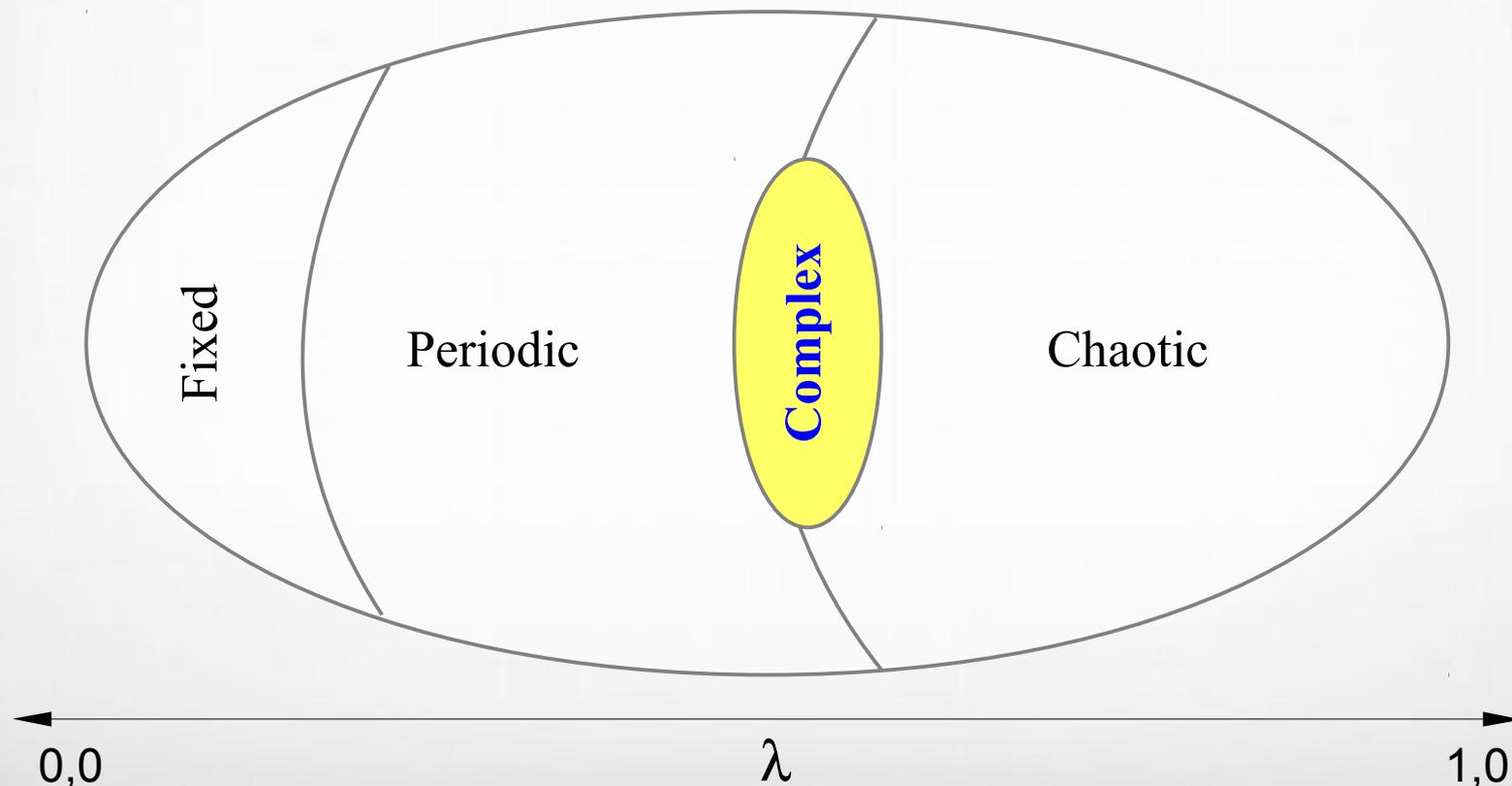
# Parametro $\lambda$ di Langton

- La **maggiore complessità** negli automi cellulari lineari si osserva nella classe IV.



# The edge of chaos

- La **maggiore complessità** di un sistema non si osserva nella zona caotica bensì nella **zona di confine** (**orlo del caos**).



# CA e Shell patterns

- Gli automi cellulari sono in genere molto eleganti per descrivere i **pattern che si trovano in natura** (strisce delle zebre, manto maculato del ghepardo, striature delle dune del deserto)

Alcune  
conchiglie  
marine  
del genere  
*Conus*.

