

سیتپور

به خاطر روایتگری در علم!



مقدمه‌ای بر

باز بهنجارش

این قسمت: اتوماتای سلولی

عباس ک. ریزی



SITPOR.ORG/RENORM



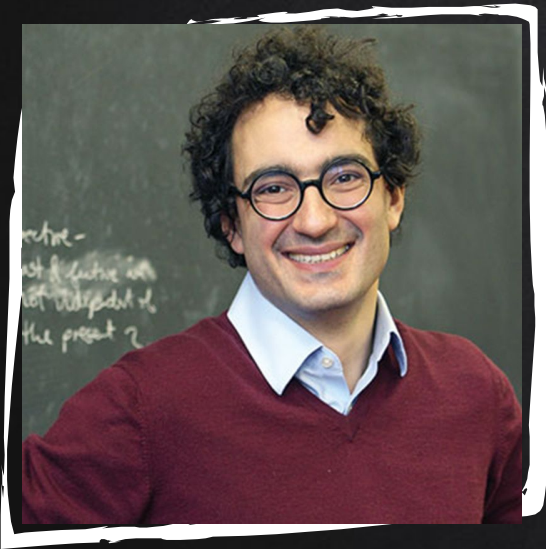
CCNSD.IR/ABBAS



ABBASCARIMI@GMAIL.COM

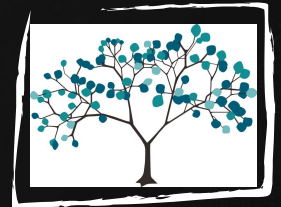


INTRODUCTION TO RENORMALIZATION



SIMON DEDEO, PH.D. IN ASTROPHYSICS

- ✗ ASSISTANT PROFESSOR, LABORATORY FOR SOCIAL MINDS, CARNEGIE MELLON UNIVERSITY
- ✗ EXTERNAL FACULTY AT THE SANTA FE INSTITUTE
- ✗ [HTTP://BIT.LY/SFIRENORM](http://bit.ly/SFIrenorm)



آنچه گذشت

داده با وضوح بالا

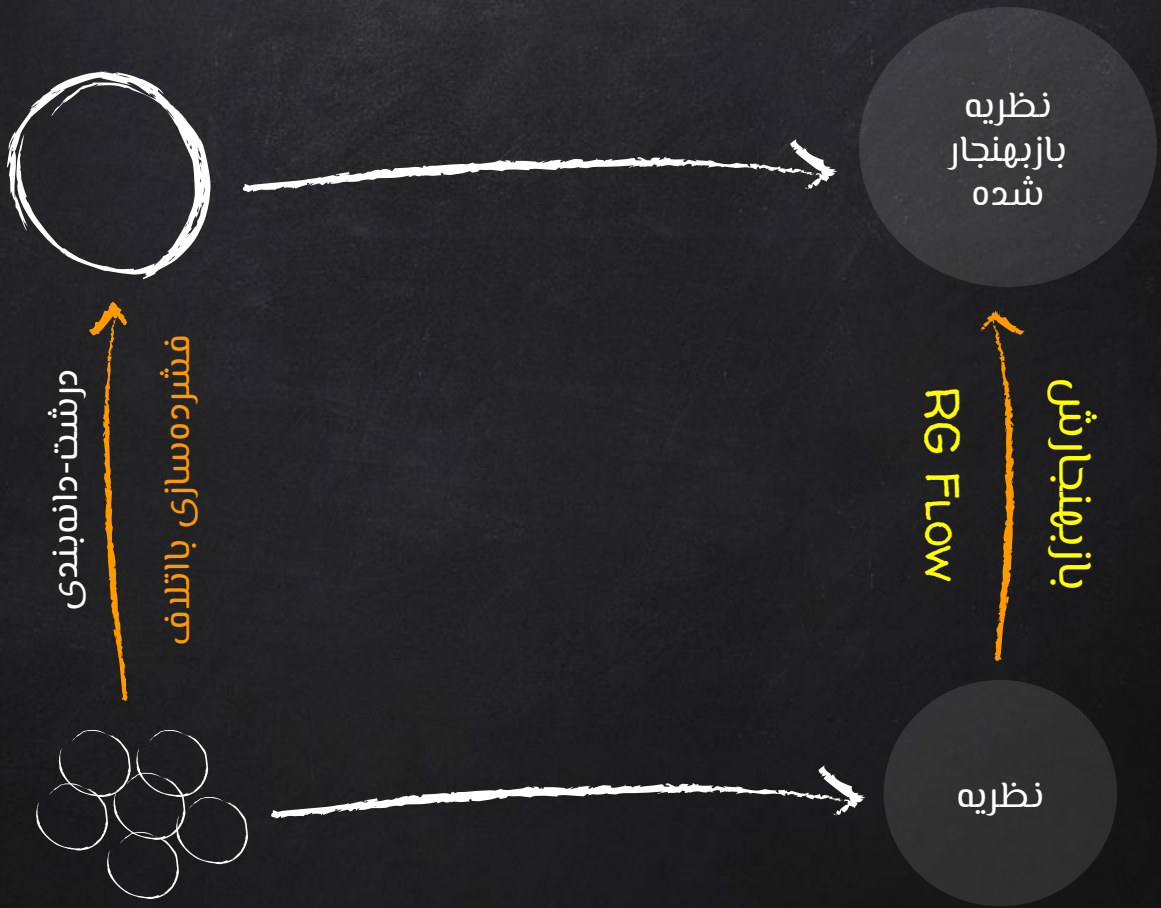


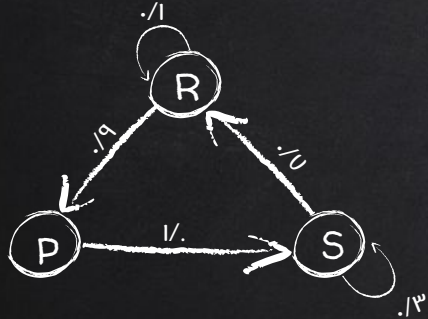
سادسازی



داده درشت-دانه بندی شده

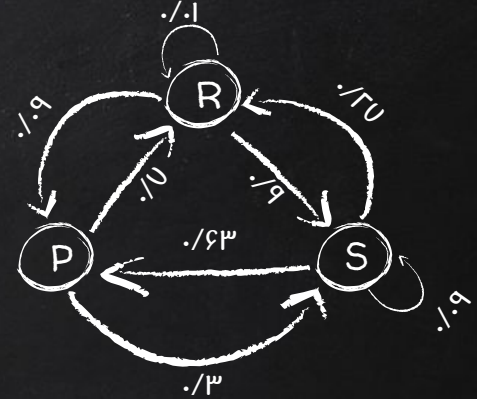






بازبهنجارش

RG



PSSRPSSRRPSSRPSRPSRPPSRPS
 RRPSRPSRRPSRPSRPSRPSRPSR
 SSRRPSRPSRPSRPSRRPSRPSRR
 PSRPSRPSRPSRPSRRPSRPSRRPS...

درشت-دانه بندی

PSPSRSPRPRSPRSPR
 PRSPRSPRSPRSPRSPR
 SPSRSPRSPRSPRSP...

اتوماتای سلولی

اتوماتای سلولی

$S_T:$ 01100111011



L

شرایط اولیه برای یک اتوماتای سلولی

S_T : 01100111011

0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

شرایط اولیه برای یک اتوماتای سلولی

S_T :

0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



S_{T+1} :

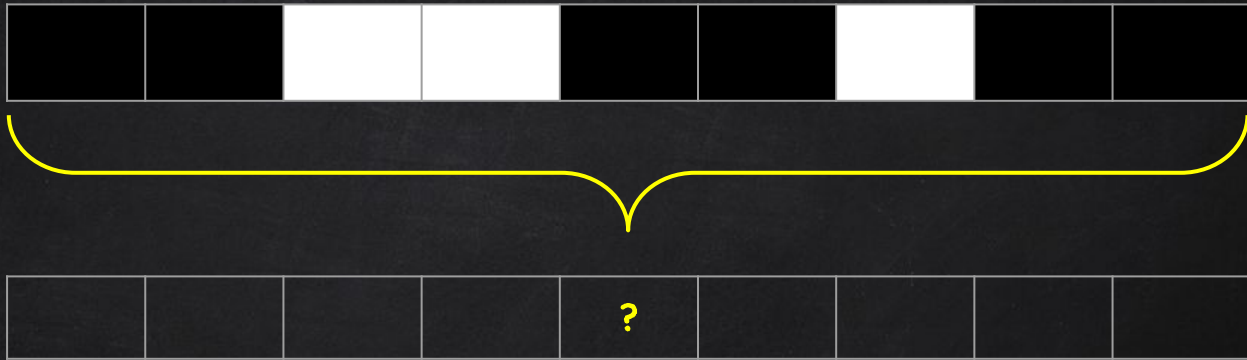
0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

شرایط اولیه برای یک اتوماتای سلولی

0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

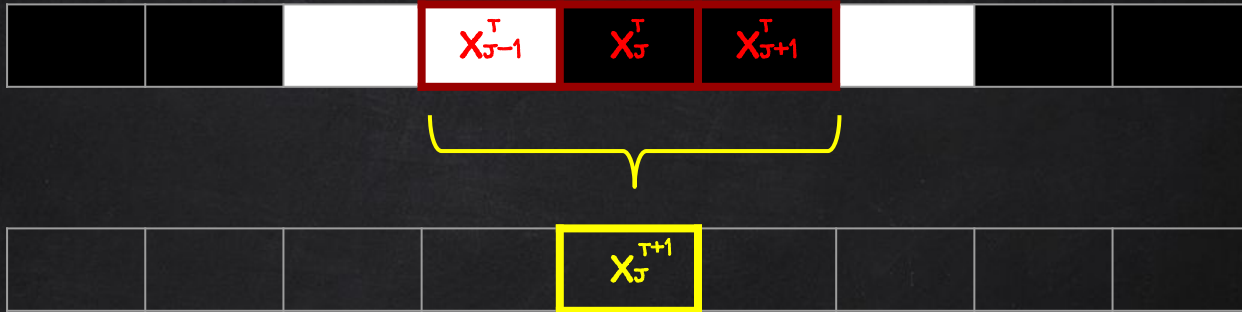


اتوماتای سلولی



زمان

اتوماتای سلولی



$$X_J^{T+1} = F(X_{J-1}^T, X_J^T, X_{J+1}^T)$$

زمان

اتوماتای سلولی

$$X_j^{T+1} = F(X_{j-1}^T, X_j^T, X_{j+1}^T)$$

تعینی: F :

اتوماتای سلولی

$$X_J^{T+1} = F(X_{J-1}^T, X_J^T, X_{J+1}^T)$$

$$X_{J-1}^T, X_J^T, X_{J+1}^T: \Gamma \times \Gamma \times \Gamma = \emptyset$$

قواعد اتوماتای سلولی

$$X_j^{T+1} = F(X_{j-1}^T, X_j^T, X_{j+1}^T)$$

$$F: \Omega \longrightarrow \Gamma^0 = \Gamma Q \Gamma$$

F_0

F_1

...

F_{254}

F_{255}

قاعده ۹.



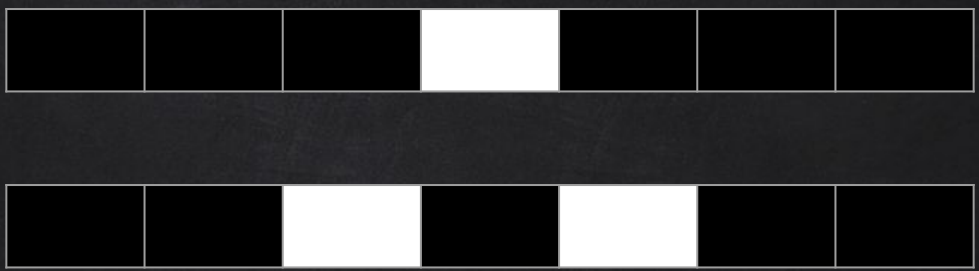
طرح کنونی	
وضعیت خانه وسط

۹. ۵۷۱



زهان

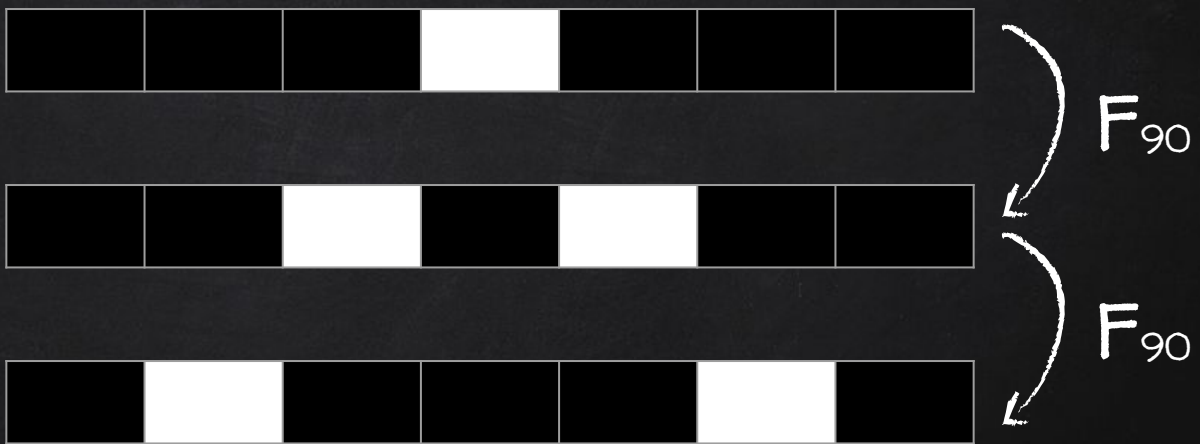
۹. ۰۲۷۰



F_{90}

زهان

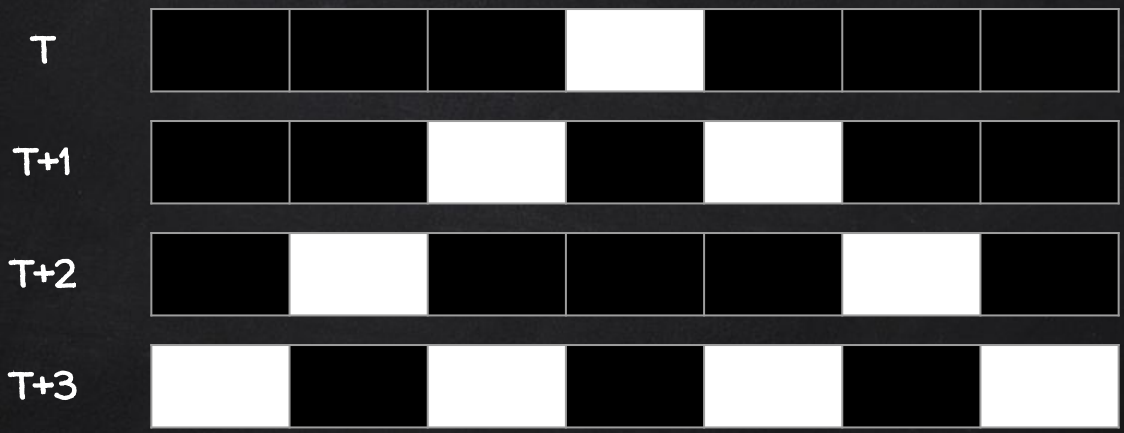
9. 0200



.....
▼
زهان

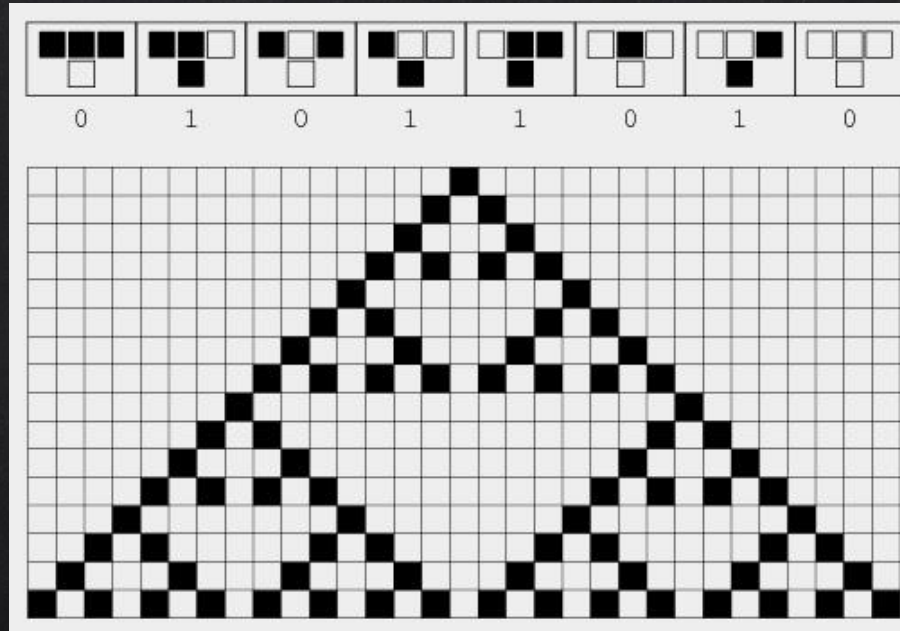
9. 02cQ

.....
▼
زمان



قاعده ٩.٥

زمان

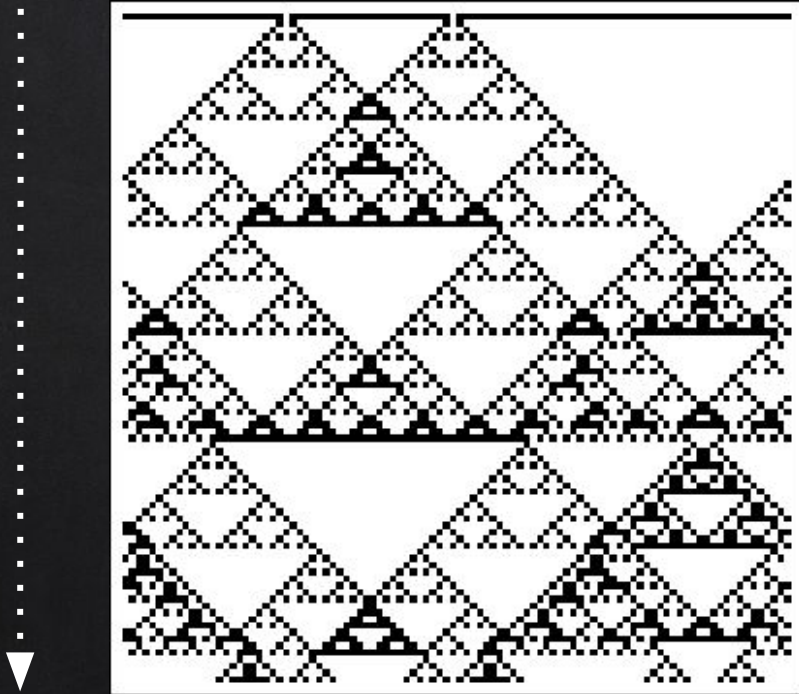


@FROM_WOLFRAM_MATHWORLD

قاعده ۹۰

با شرایط اولیه متفاوت

زمان



خروجی برای
تعداد فردی از خانه‌های سیاه
سیاه است.

$$F_{150}(X_{j-1}, X_j, X_{j+1}) = (X_{j-1} \oplus X_j) \oplus X_{j+1}$$

$$A \oplus B = A \text{ XOR } B = A + B - 2AB$$

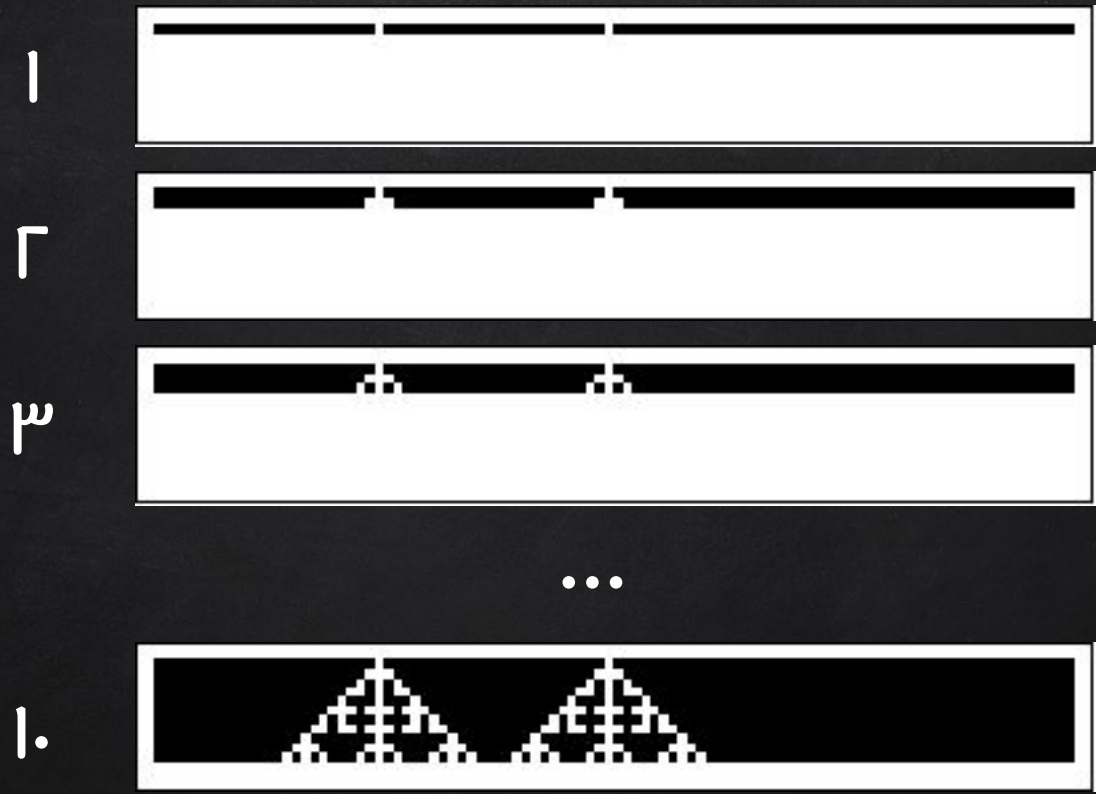
10. ۵۷۷




$$X_J^{T+1} = (X_{J-1}^T \oplus X_J^T) \oplus X_{J+1}^T$$

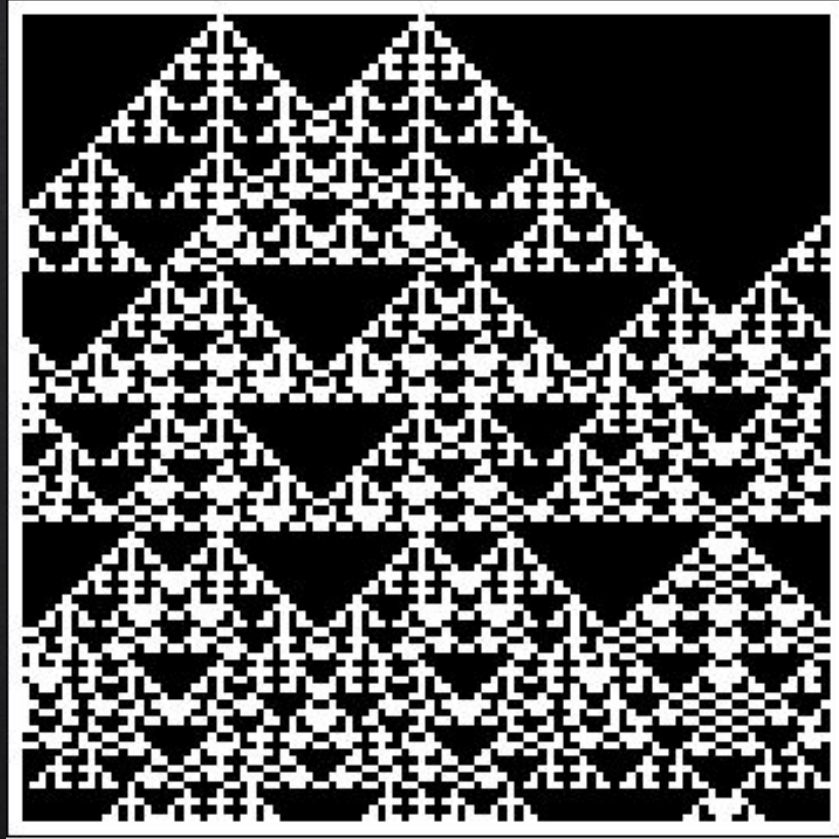
⋮
▶ زمان

10. قاعدہ



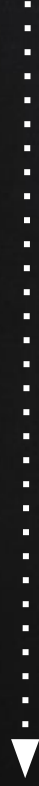
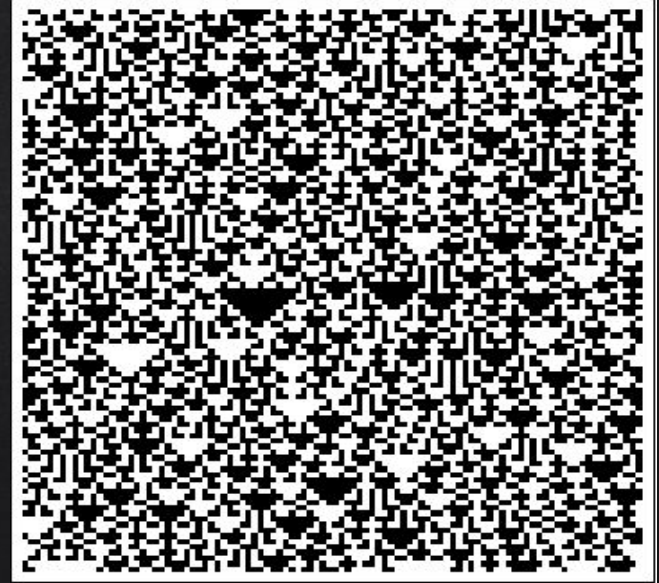
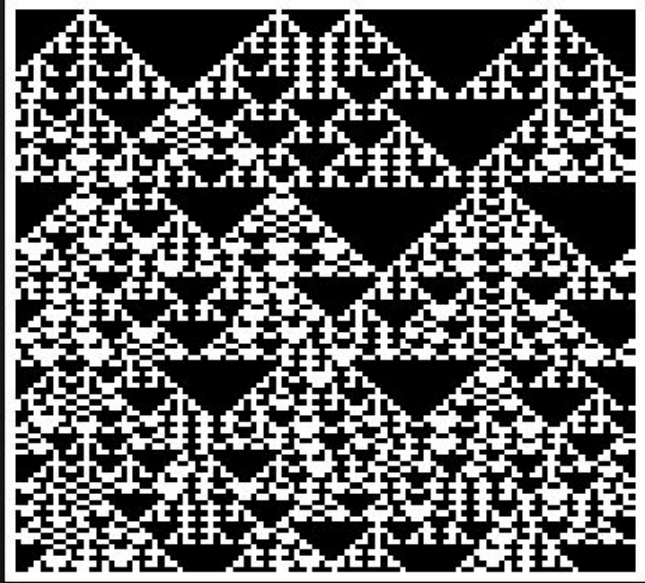
زمان 


10. قاعه



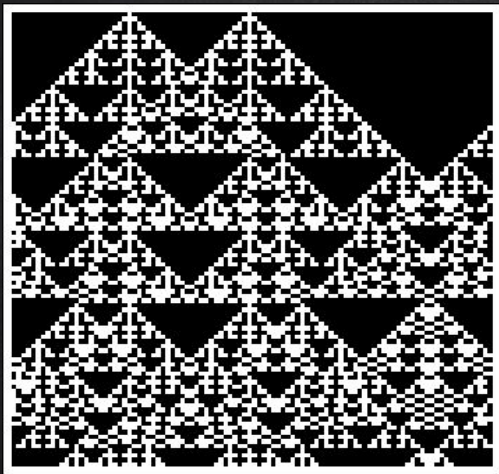
زهن

قاعده ۱۵۰ با شرایط اولیه متفاوت

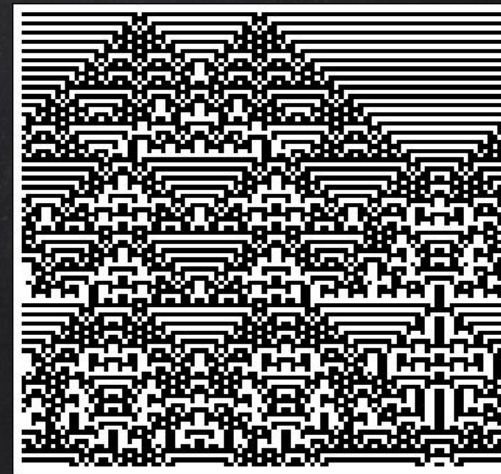


زمان 

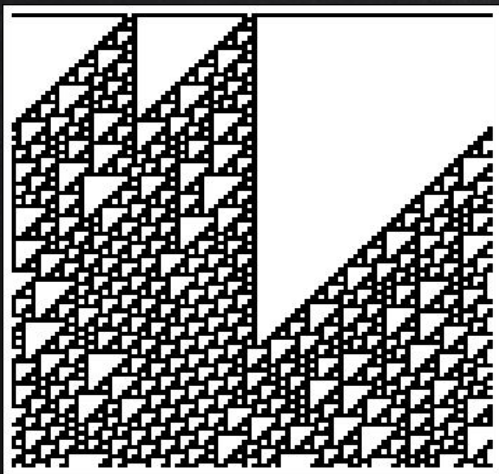
F_{150}



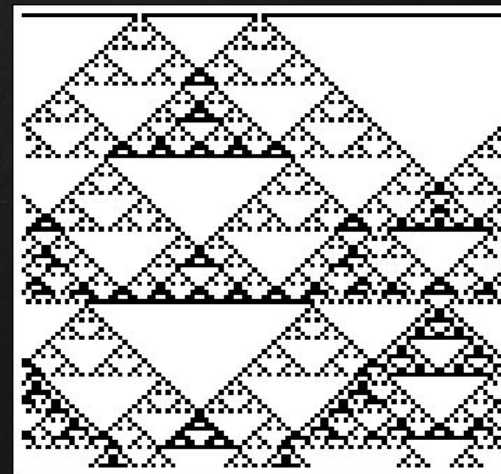
F_{105}



F_{110}

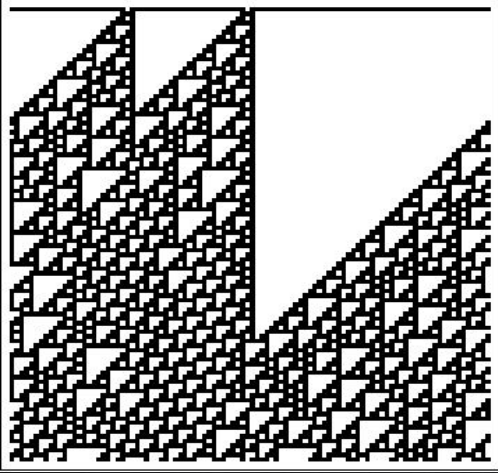


F_{90}



قاعده ۱۱.

#TURING_UNIVERSAL



طرح کنونی	۱۱۱	۱۱۰	۱۰۱	۱۰۰	۰۱۱	۰۱۰	۰۰۱	۰۰۰
وضعیت خانه وسط	.	۱	۱	.	۱	۱	۱	.

Universality in Elementary Cellular Automata

Matthew Cook

Department of Computation and Neural Systems,
Caltech, Mail Stop 136-93,
Pasadena, California 91125, USA

The purpose of this paper is to prove a conjecture made by Stephen Wolfram in 1985, that an elementary one dimensional cellular automaton known as “Rule 110” is capable of universal computation. I developed this proof of his conjecture while assisting Stephen Wolfram on research for *A New Kind of Science* [1].

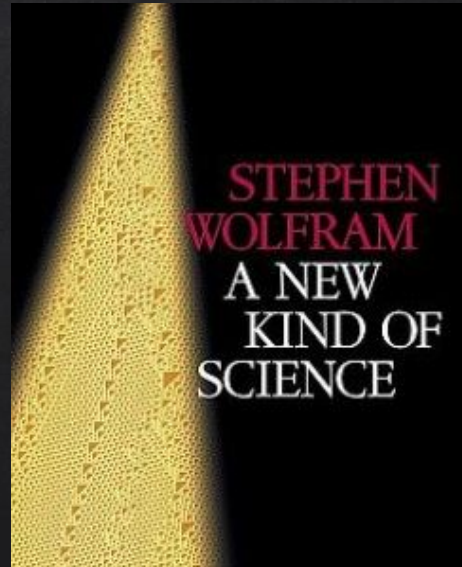
1. Overview

The purpose of this paper is to prove that one of the simplest one dimensional cellular automata is computationally universal, implying that many questions concerning its behavior, such as whether a particular sequence of bits will occur, or whether the behavior will become periodic, are formally undecidable. The cellular automaton we will prove this for is known as “Rule 110” according to Wolfram’s numbering scheme [2].

Being a one dimensional cellular automaton, it consists of an infinitely long row of cells $\{C_i \mid i \in \mathbb{Z}\}$. Each cell is in one of the two states $\{0, 1\}$, and at each discrete time step every cell synchronously updates itself according to the value of itself and its nearest neighbors: $\forall i, C'_i = F(C_{i-1}, C_i, C_{i+1})$, where F is the following function:

$F(0, 0, 0) = 0$
 $F(0, 0, 1) = 1$
 $F(0, 1, 0) = 1$
 $F(0, 1, 1) = 1$
 $F(1, 0, 0) = 0$
 $F(1, 0, 1) = 1$
 $F(1, 1, 0) = 1$
 $F(1, 1, 1) = 0$

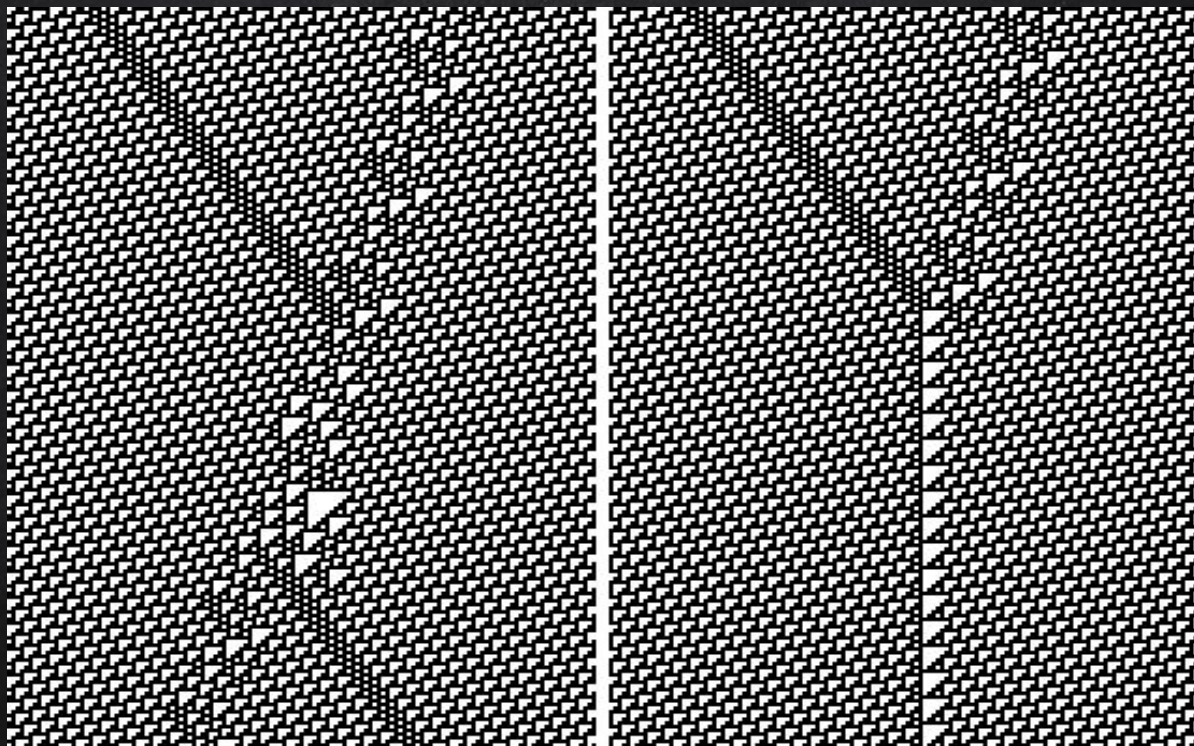
قاعده ۱۱۰ و «کامل بودن تورینگ»



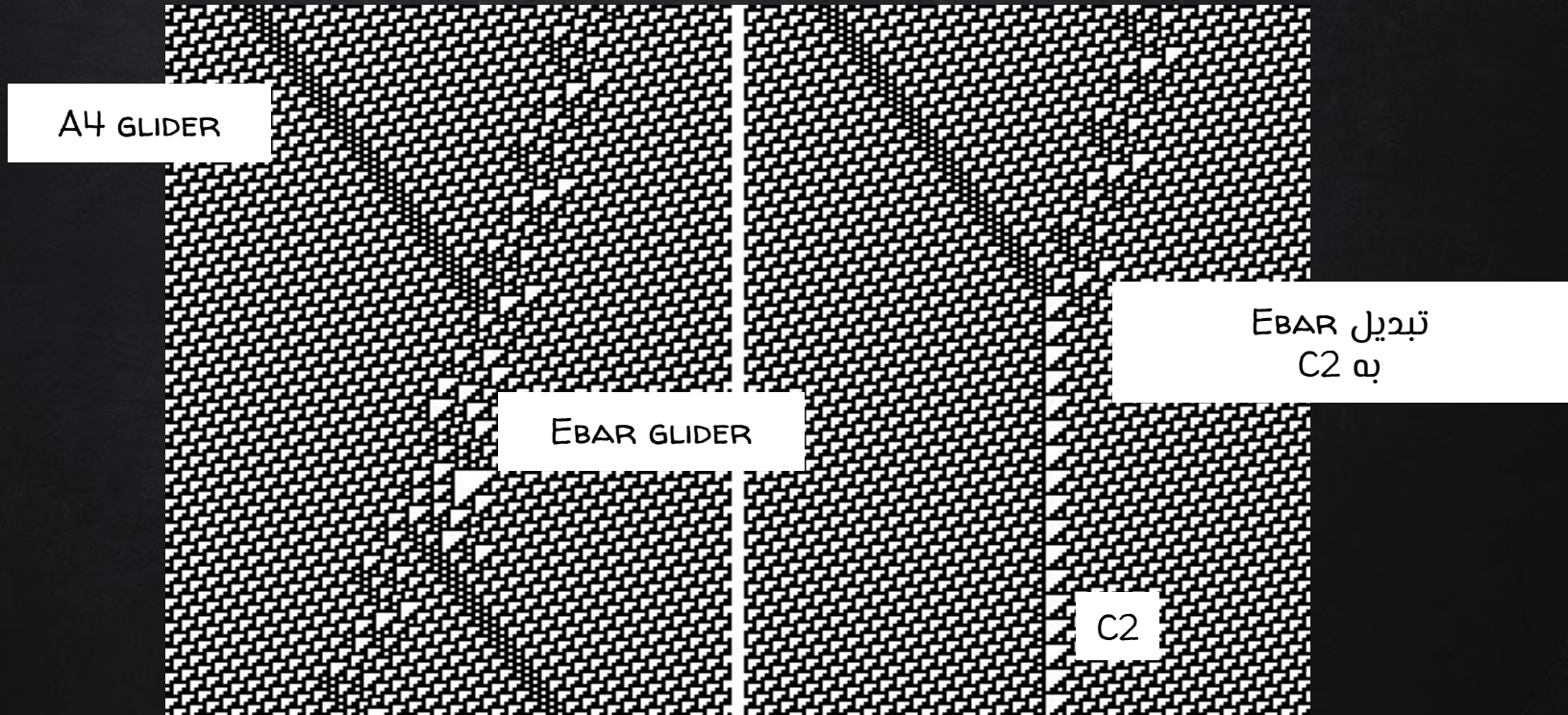
قاعده ۱۰ و «ماشین تورینگ»



١١. قاعہ



نوارهای تورینگ از قاعده ۱۱۰



داده روی نوار نوشته می‌شود

درشت-دانه بندی اتوماتای سلولی

درشت-دانه بندی سری زمانی

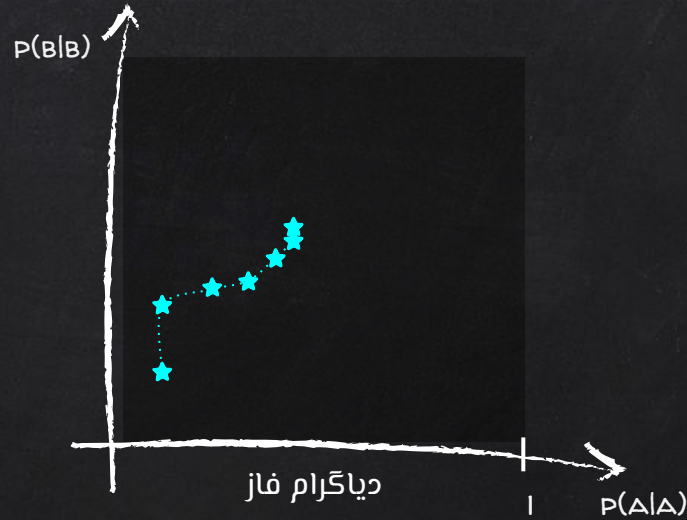
DECIMATION



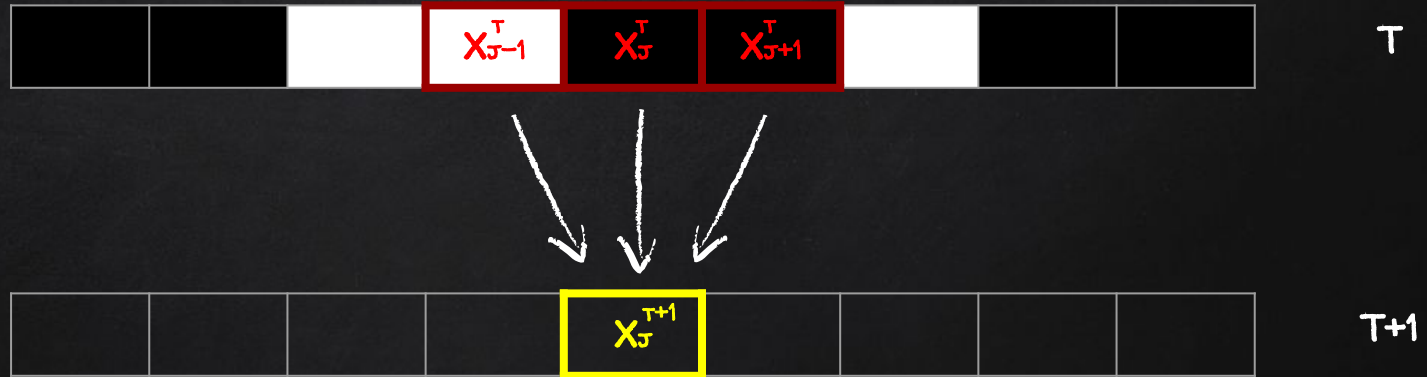
درشت-دانه بندی سری زمانی




درشت-دانه بندی سری زمانی و عدم تغییر کلاس مدل

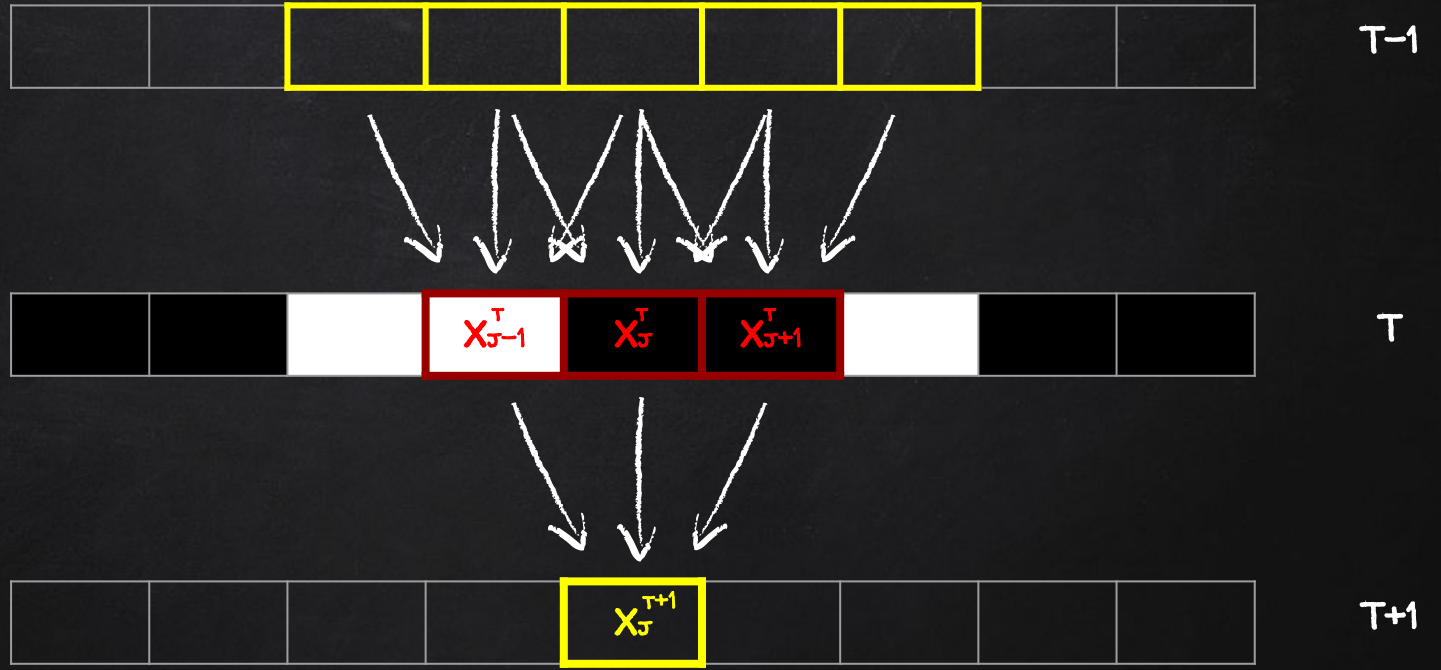



اتوماتای سلولی

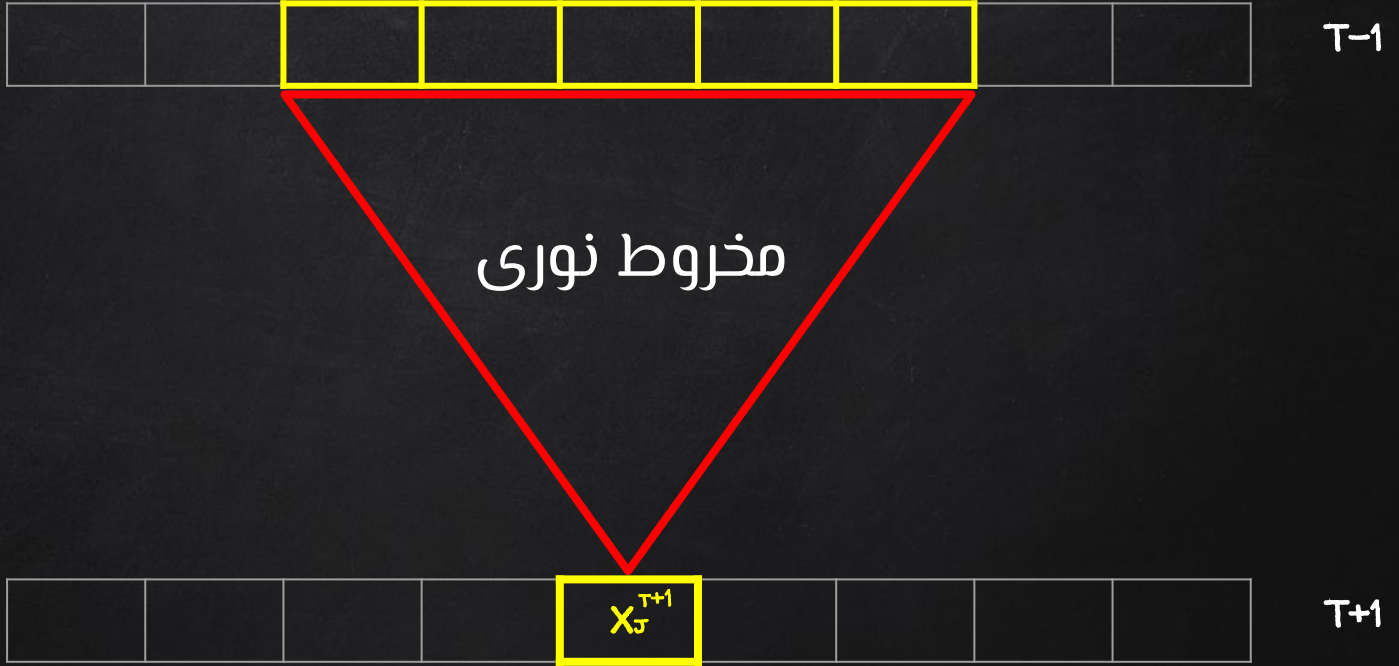


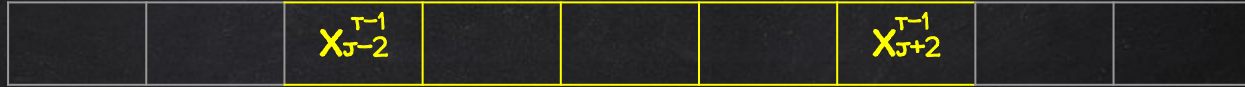
زمان \downarrow

زمان 



زمان 





T-1

$$X_j^{T+1} = F(X_{j-2}^{T-1}, X_{j-1}^{T-1}, X_j^{T-1}, X_{j+1}^{T-1}, X_{j+2}^{T-1})$$



T+1

جهان

تفاوت در کلاس مدل‌ها

$$X_J^{T+1} = F(X_{J-1}^T, X_J^T, X_{J+1}^T)$$

$$X_J^{T+1} = F(X_{J-2}^{T-1}, X_{J-1}^{T-1}, X_J^{T-1}, X_{J+1}^{T-1}, X_{J+2}^{T-1})$$



⚠ تفاوت در کلاس مدل‌ها

$$\left\{ \begin{array}{l} X_J^{T+1} = F(X_{J-1}^T, X_J^T, X_{J+1}^T) \\ X_J^{T+1} = F(X_{J-2}^{T-1}, X_{J-1}^{T-1}, X_J^{T-1}, X_{J+1}^{T-1}, X_{J+2}^{T-1}) \\ X_J^{T+1} = F(X_{J-3}^{T-2}, X_{J-2}^{T-2}, X_{J-1}^{T-2}, X_J^{T-2}, X_{J+1}^{T-2}, X_{J+2}^{T-2}, X_{J+3}^{T-2}) \end{array} \right.$$

Coarse-graining of cellular automata, emergence, and the predictability of complex systems

Navot Israel*

Department of Physics of Complex Systems, Weizmann Institute of Science, Rehovot, 76100, Israel.

Nigel Goldenfeld†

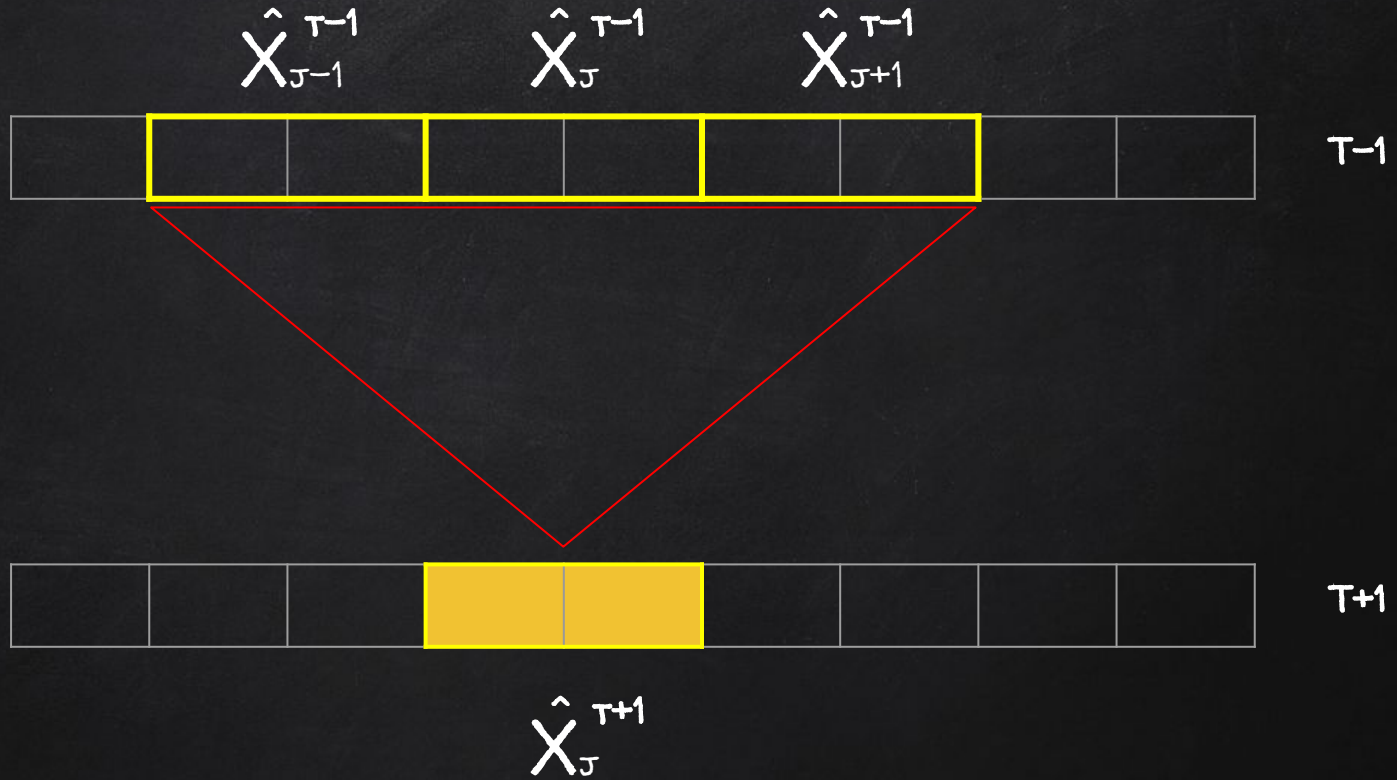
*Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign,
1110 West Green Street, Urbana, Illinois, 61801-3080.*



We study the predictability of emergent phenomena in complex systems. Using nearest neighbor, one-dimensional Cellular Automata (CA) as an example, we show how to construct local coarse-grained descriptions of CA in all classes of Wolfram's classification. The resulting coarse-grained CA that we construct are capable of emulating the large-scale behavior of the original systems without accounting for small-scale details. Several CA that can be coarse-grained by this construction are known to be universal Turing machines; they can emulate any CA or other computing devices and are therefore undecidable. We thus show that because in practice one only seeks coarse-grained information, complex physical systems can be predictable and even decidable at some level of description. The renormalization group flows that we construct induce a hierarchy of CA rules. This hierarchy agrees well with apparent rule complexity and is therefore a good candidate for a complexity measure and a classification method. Finally we argue that the large scale dynamics of CA can be very simple, at least when measured by the Kolmogorov complexity of the large scale update rule, and moreover exhibits a novel scaling law. We show that because of this large-scale simplicity, the probability of finding a coarse-grained description of CA approaches unity as one goes to increasingly coarser scales. We interpret this large scale simplicity as a pattern formation mechanism in which large scale patterns are forced upon the system by the simplicity of the rules that govern the large scale dynamics.

PACS numbers: 05.45.-a, 05.10.Cc, 47.54.+r

زمان \downarrow



درشت-دانه بندی

$$X_J^{T+1} = F(X_{J-1}^T, X_J^T, X_{J+1}^T)$$

$$\hat{X}_J^{T+1} = \hat{F}(\hat{X}_{J-1}^{T-1}, \hat{X}_J^{T-1}, \hat{X}_{J+1}^{T-1})$$

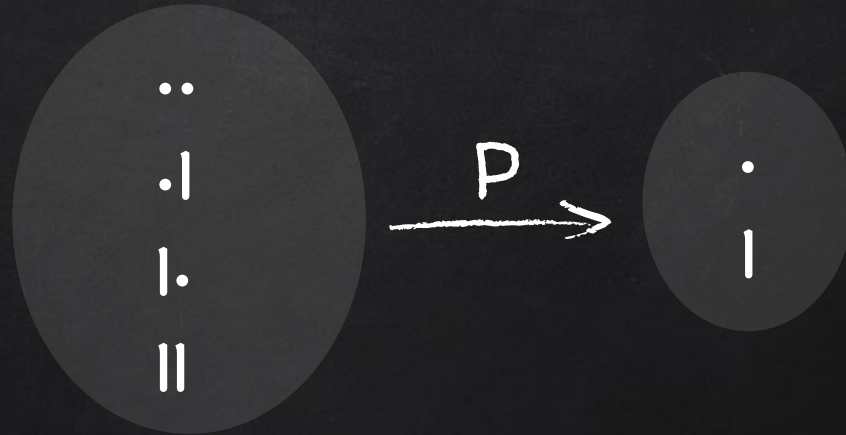


درشت-دانه بندی

$$\left\{ \begin{array}{l} F: \{., \text{I}\} \longrightarrow \{., \text{I}\} \\ \hat{F}: \{.., .\text{I}, \text{I}., \text{II}\} \longrightarrow \{.., .\text{I}, \text{I}., \text{II}\} \end{array} \right.$$

درشت-دانه بندی مکانی با عملگر تصویر

$$P(\hat{X}) = X$$



درشت-دانه بندی مکانی با عملگر تصویر

$$P(\hat{X}) = X$$

$$P(..) = .$$

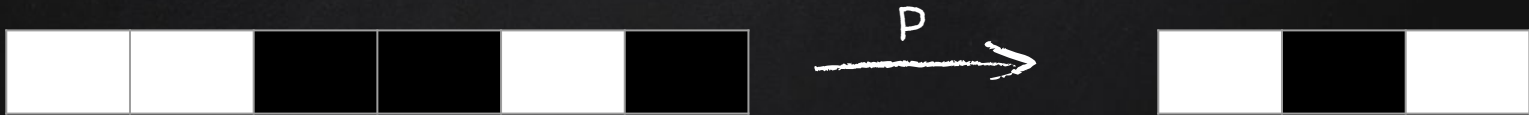
$$P(.1) = .$$

$$P(1.) = 1$$

$$P(11) = 1$$

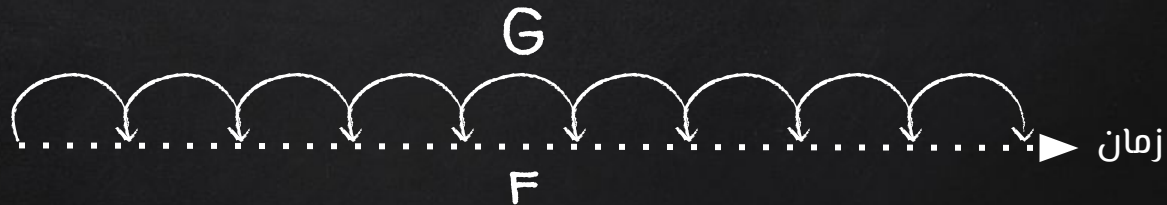
DECIMATION

درشت-دانه بندی مکانی با عملگر تصویر



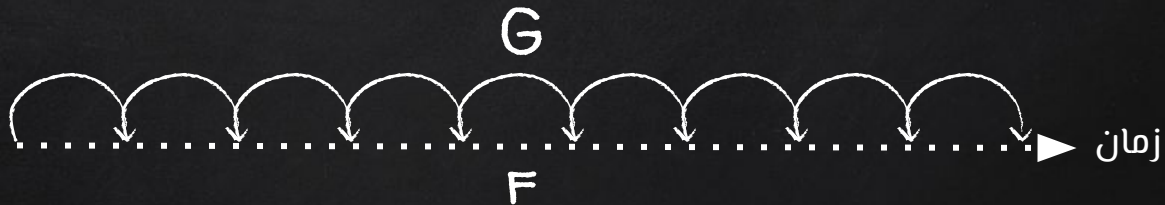
تحويل زمانى توسط قاعده G

$$G(P(\hat{X}_{j-1}^{T-1}), P(\hat{X}_j^{T-1}), P(\hat{X}_{j+1}^{T-1}))$$

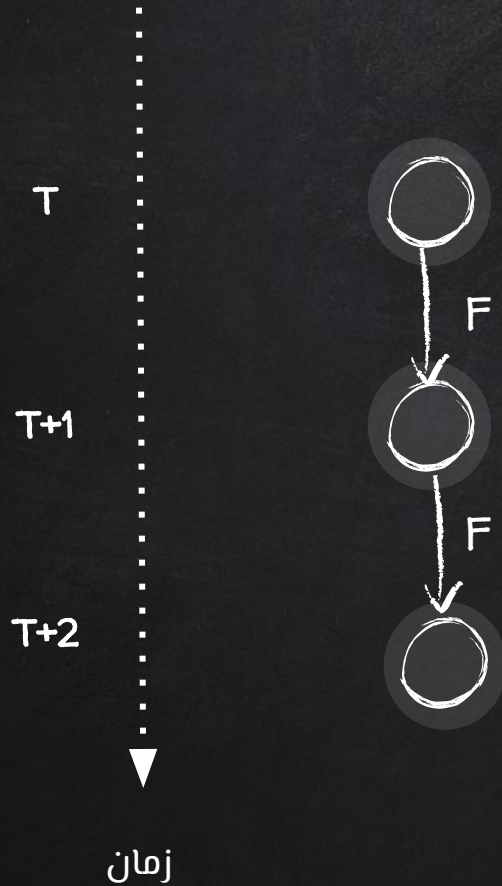


تحويل زمانی توسط قاعده G

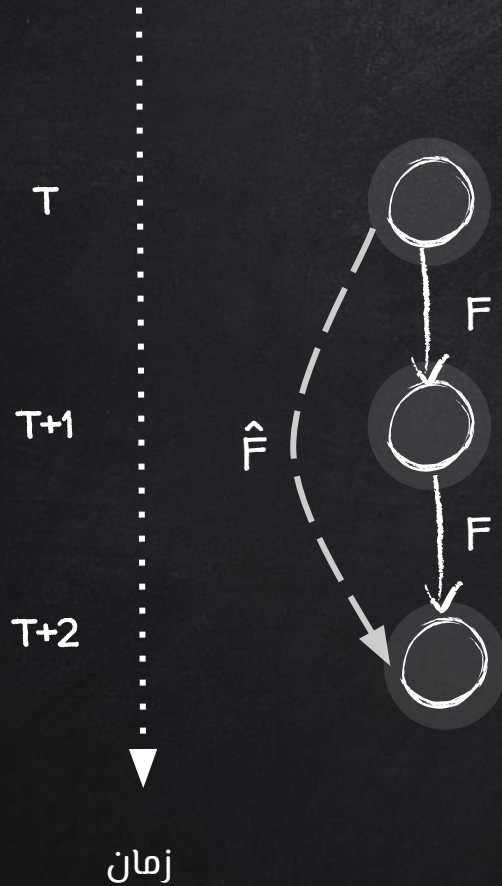
F و G عضو یک کلاس هستند.

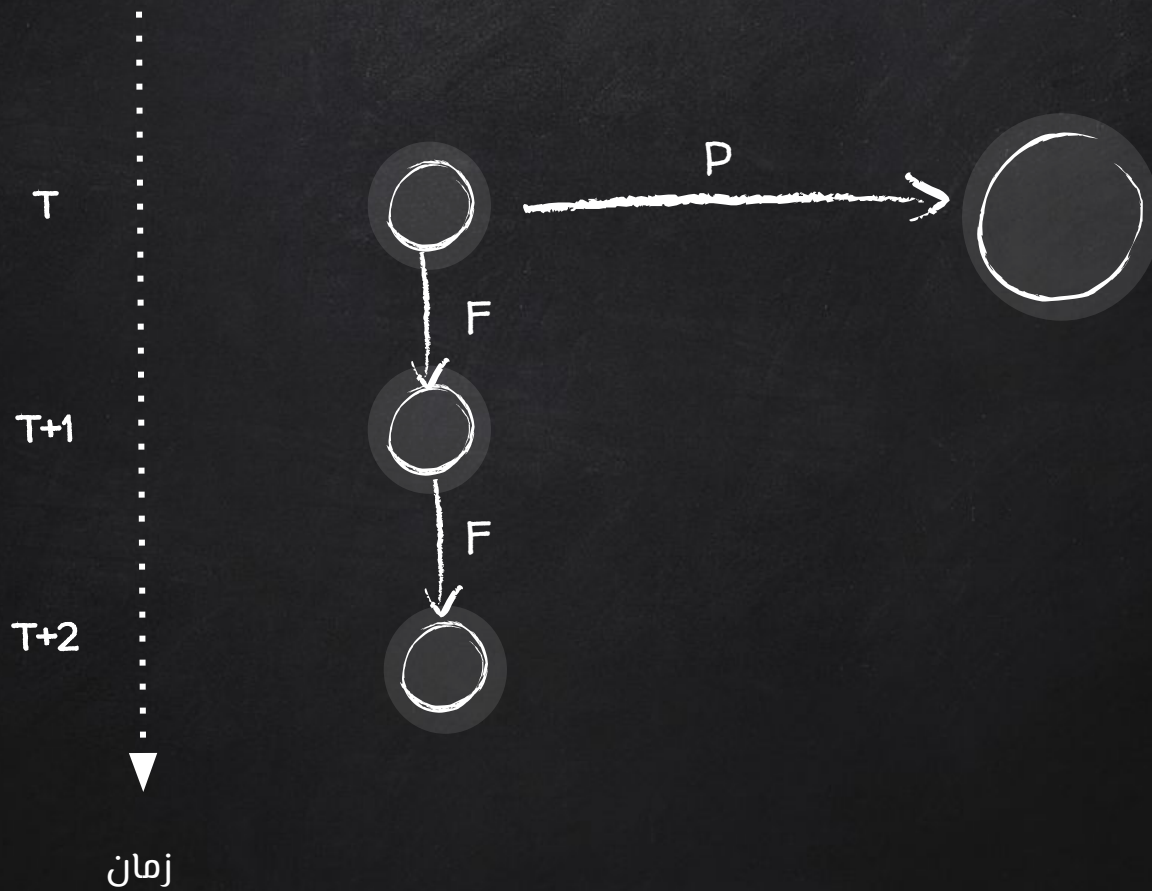


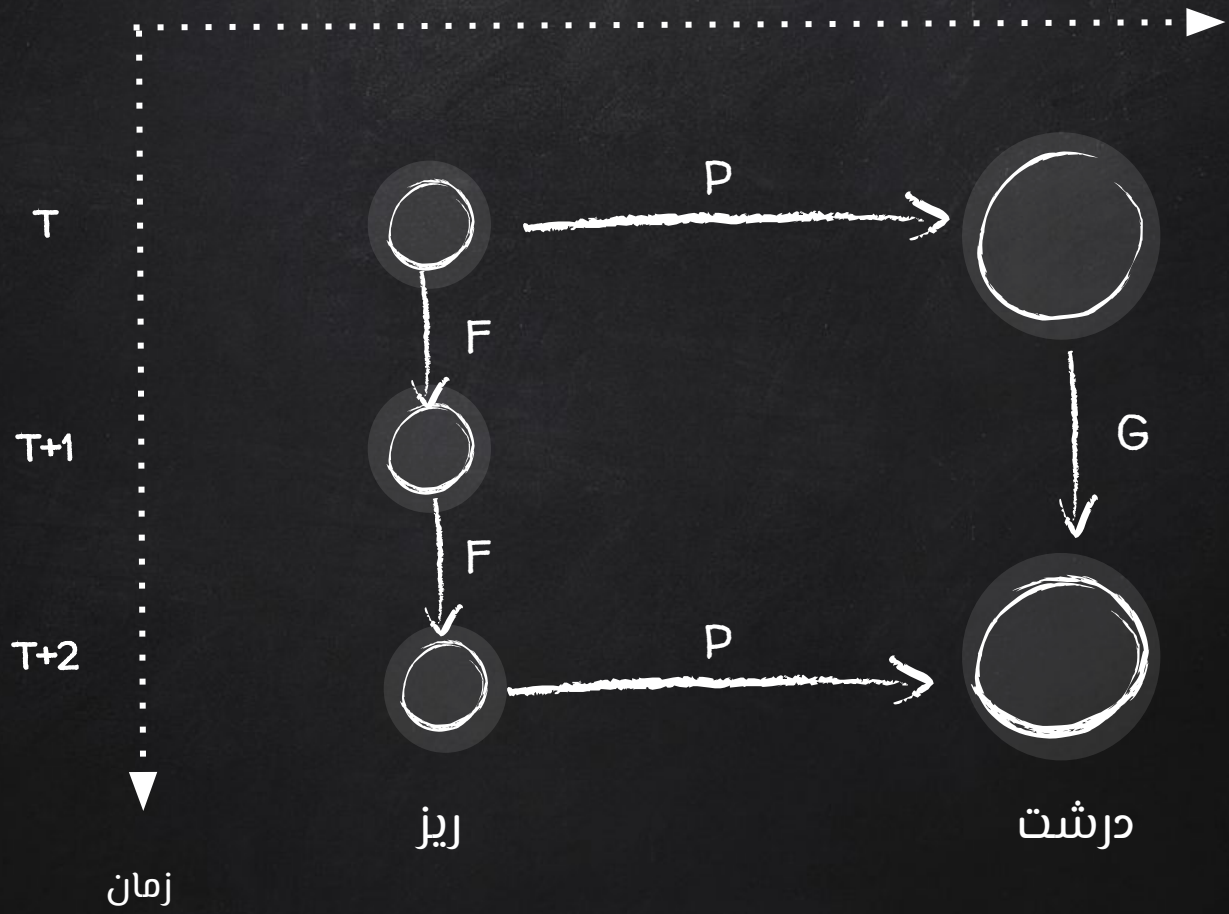
درشت-دانه بندی زمانی و مکانی



درشت-دانه بندی زمانی و مکانی





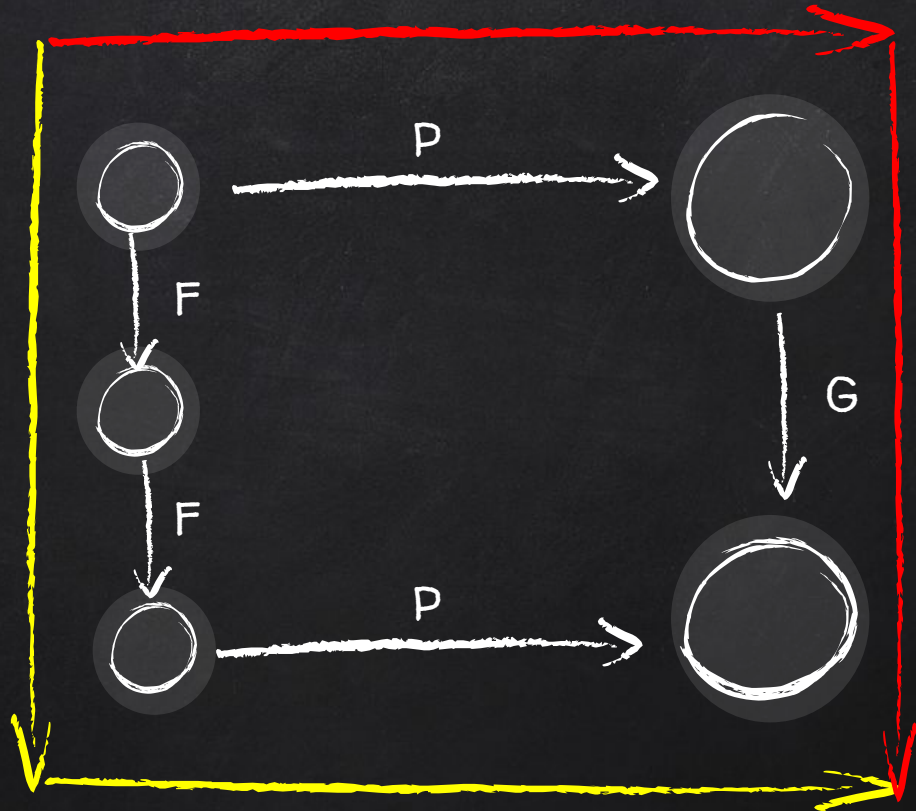


ریز

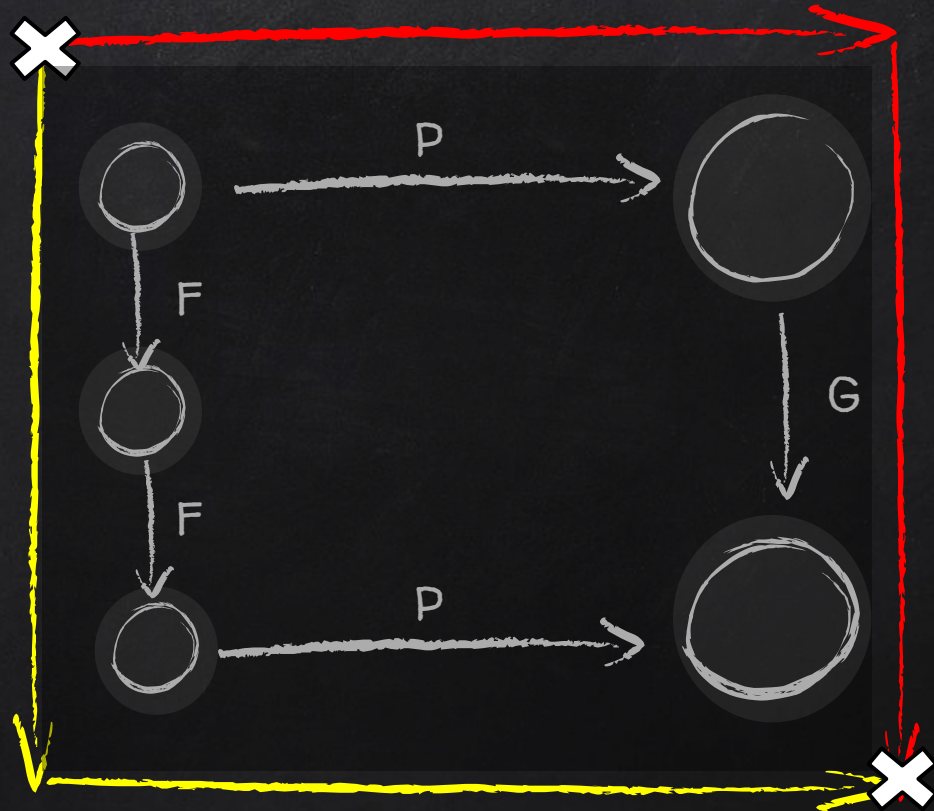
درشت

T
T+1
T+2

زمان



مسیر زرد



مسیر قرمز

چگونه این نمودار جابه‌جا می‌شود؟

$$[تحويل , تصویر] = 0$$

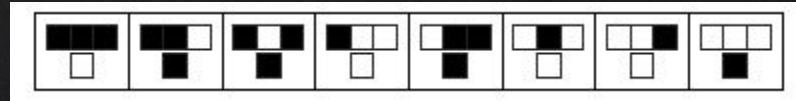
چگونه این نمودار جابه‌جا می‌شود؟

★ با انتخاب مناسب G , $P!$

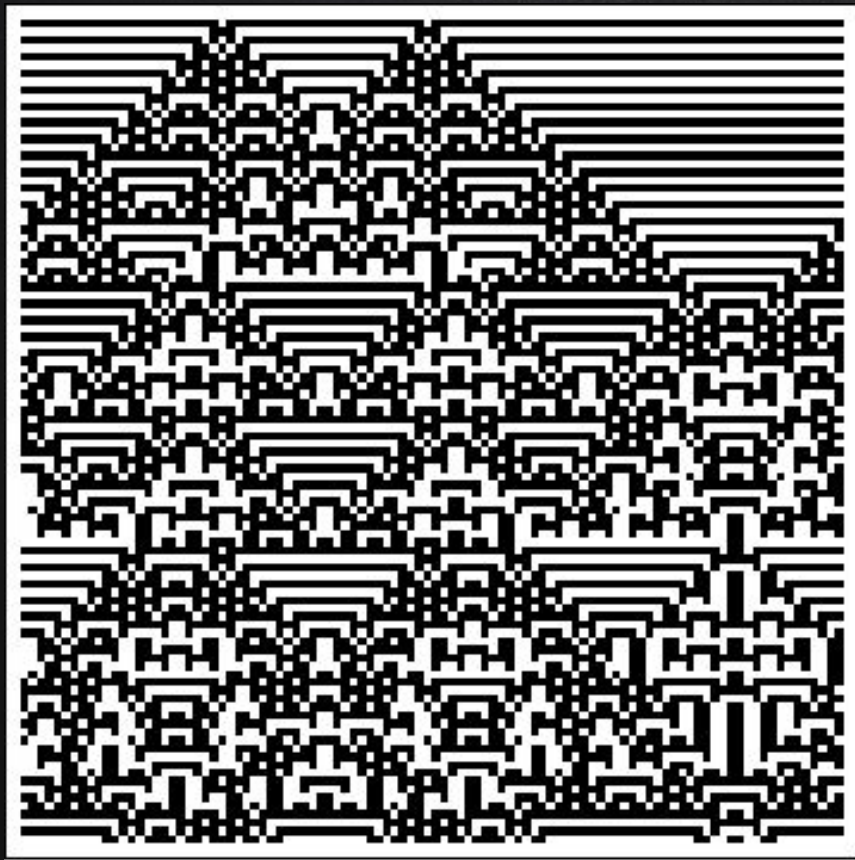
$$[تحويل , تصویر] = 0$$

$$F_{105}(X_{j-1}, X_j, X_{j+1}) = \overline{X_{j-1} \oplus X_j \oplus X_{j+1}}$$

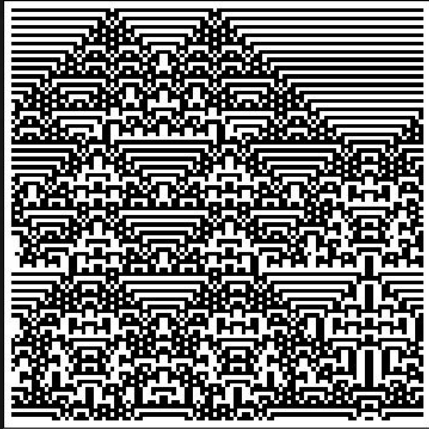
خروجی تعداد زوجی از خانه‌های سیاه، سیاه است.



1.0 قاعده



1.0 020



$$P(x) = \begin{cases} \text{white square}, & X = \text{black-white}, \text{white-black} \\ \text{black square}, & X = \text{black-black}, \text{white-white} \end{cases}$$

قاعدہ ۱.۰

$$P(x) = \begin{cases} \text{[White Box]}, & X = \text{[Black Box | White Box]}, \text{ [White Box | Black Box]} \\ \text{[Black Box]}, & X = \text{[Black Box | Black Box]}, \text{ [White Box | White Box]} \end{cases}$$



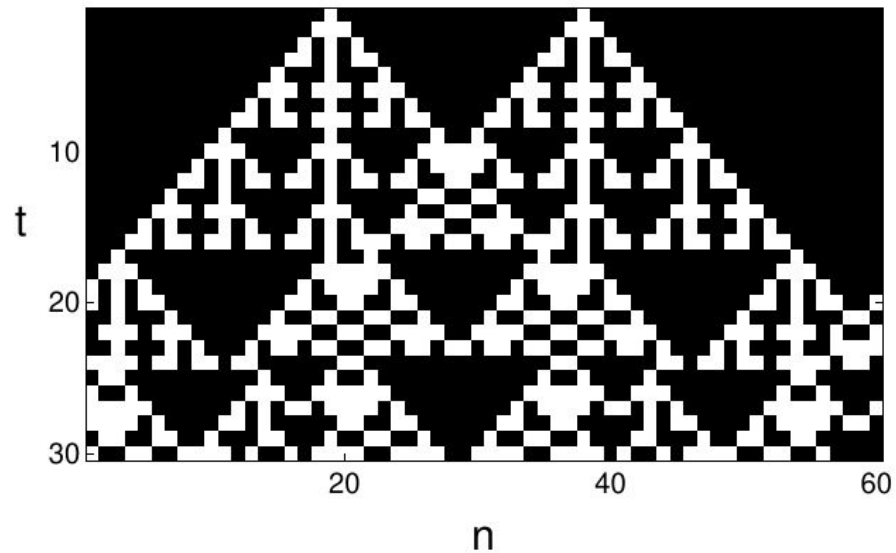
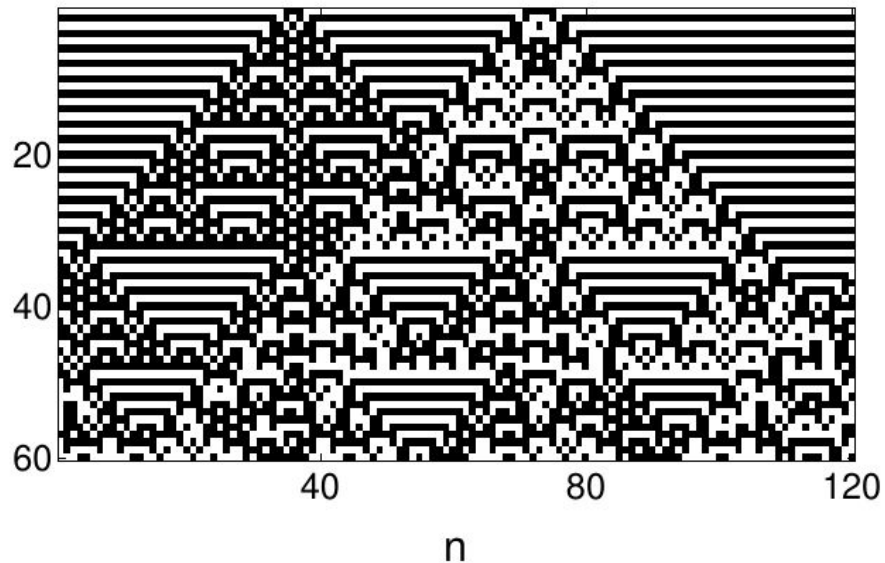
G = 10.0 قاعدہ

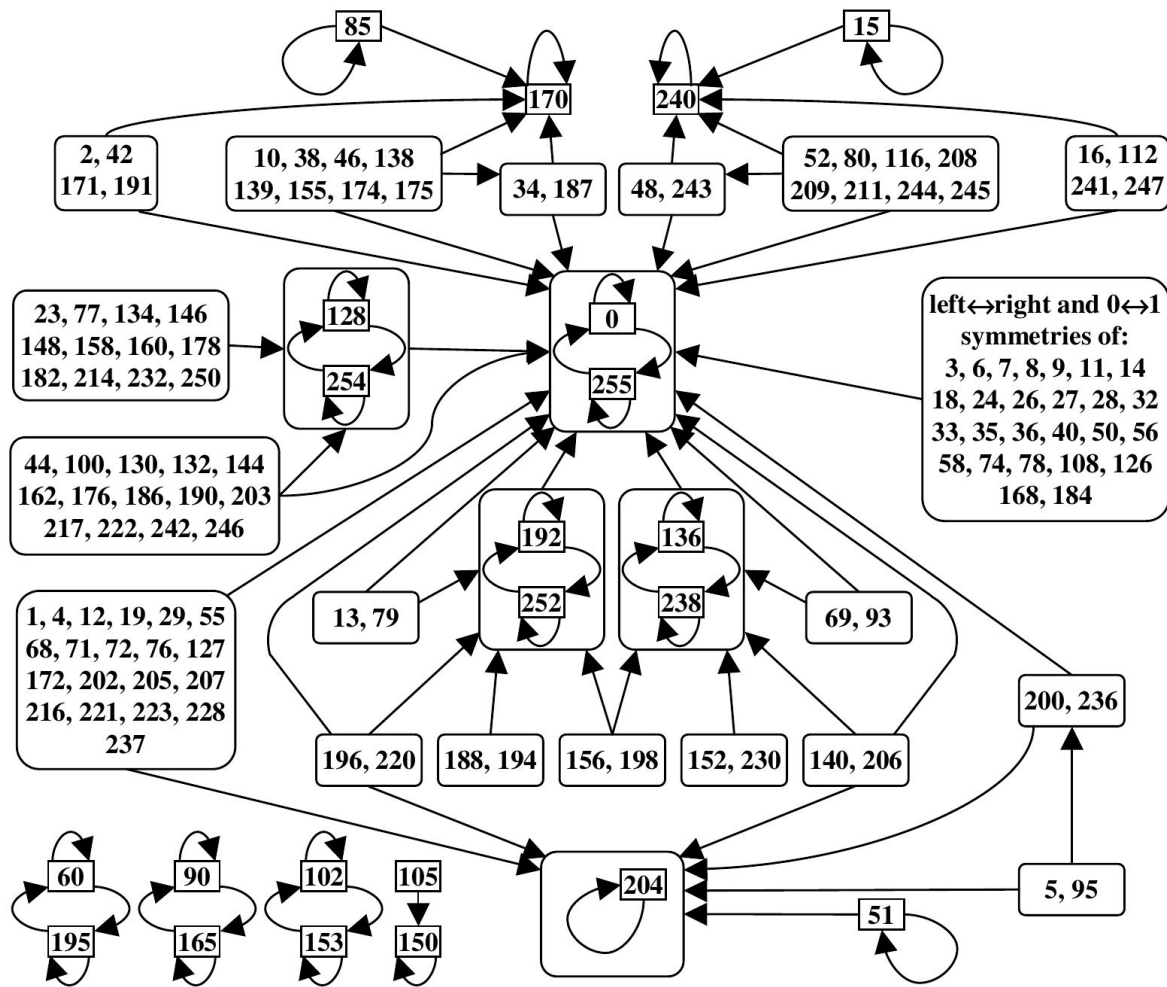
[تحويل , تصوير] = 0

نتایج گلدنفلد ۲.۴

قاعده ۱.۰

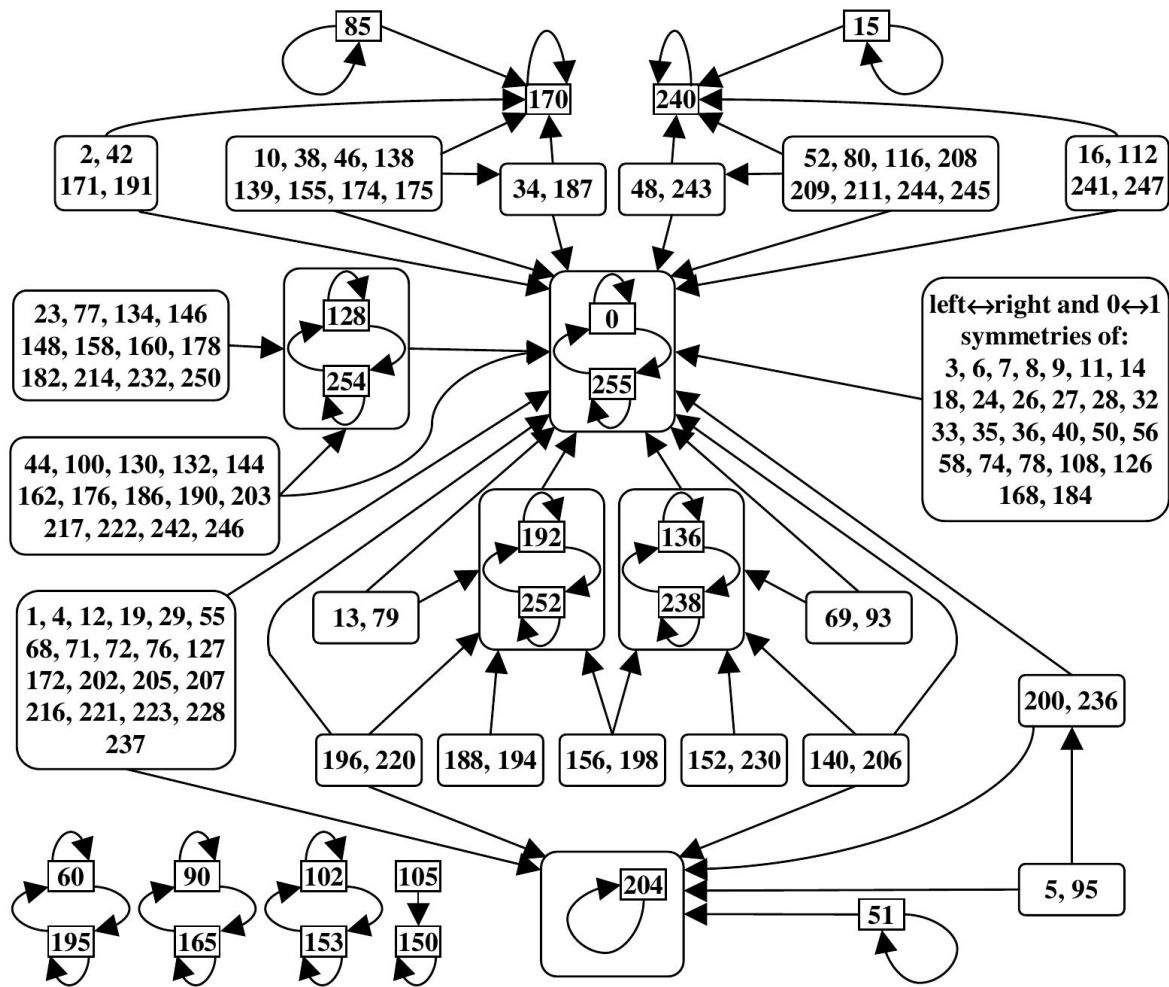
قاعده ۱۰.۰



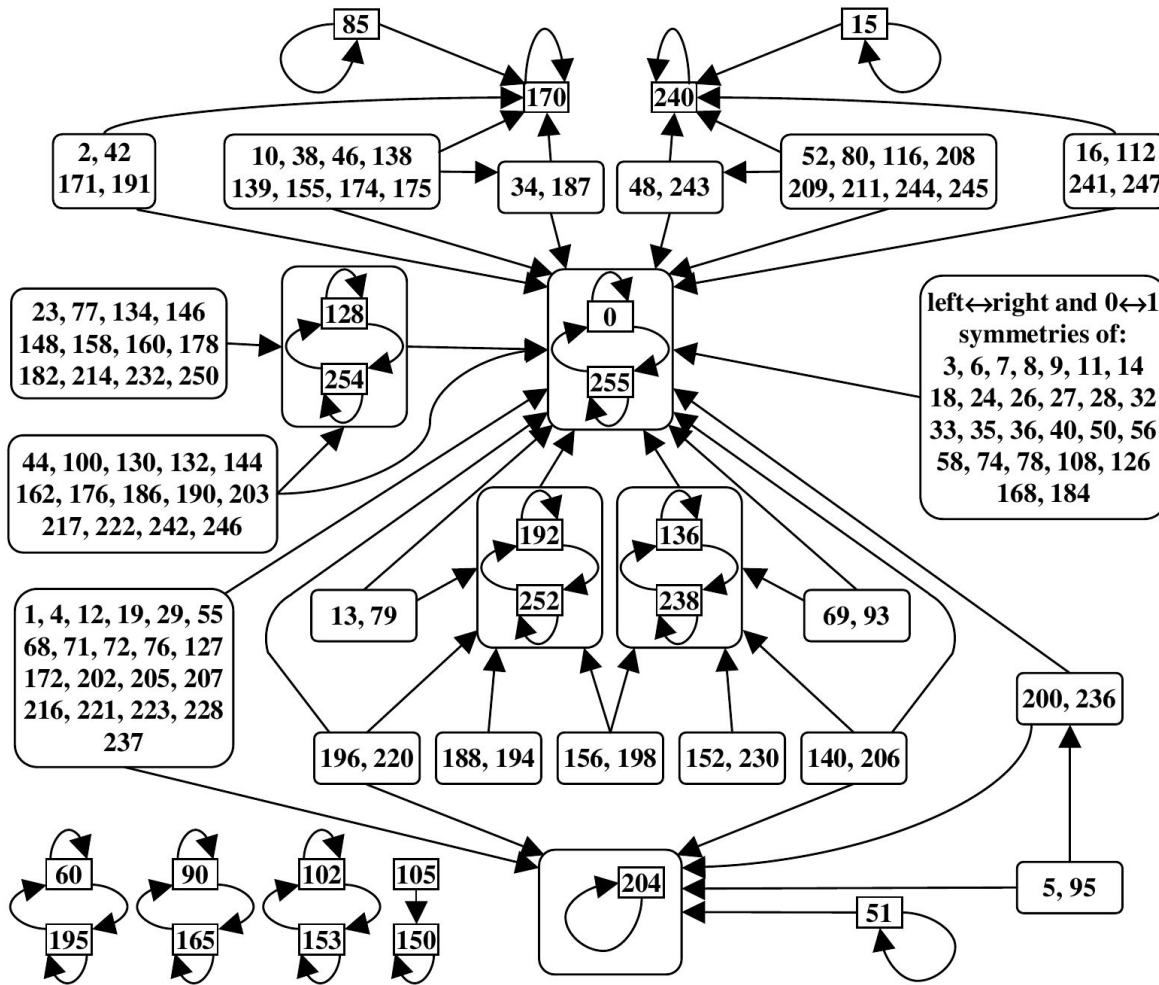


نتایج گلدنفلد ۲.۴

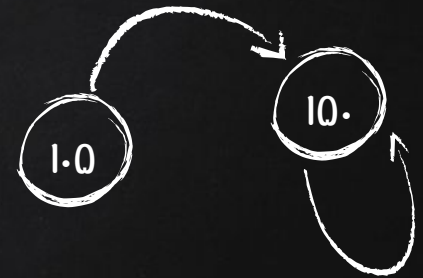
برخی روابط بین ا.س.
 برای خانه‌های ۲ و ۳ و ۴ تایی



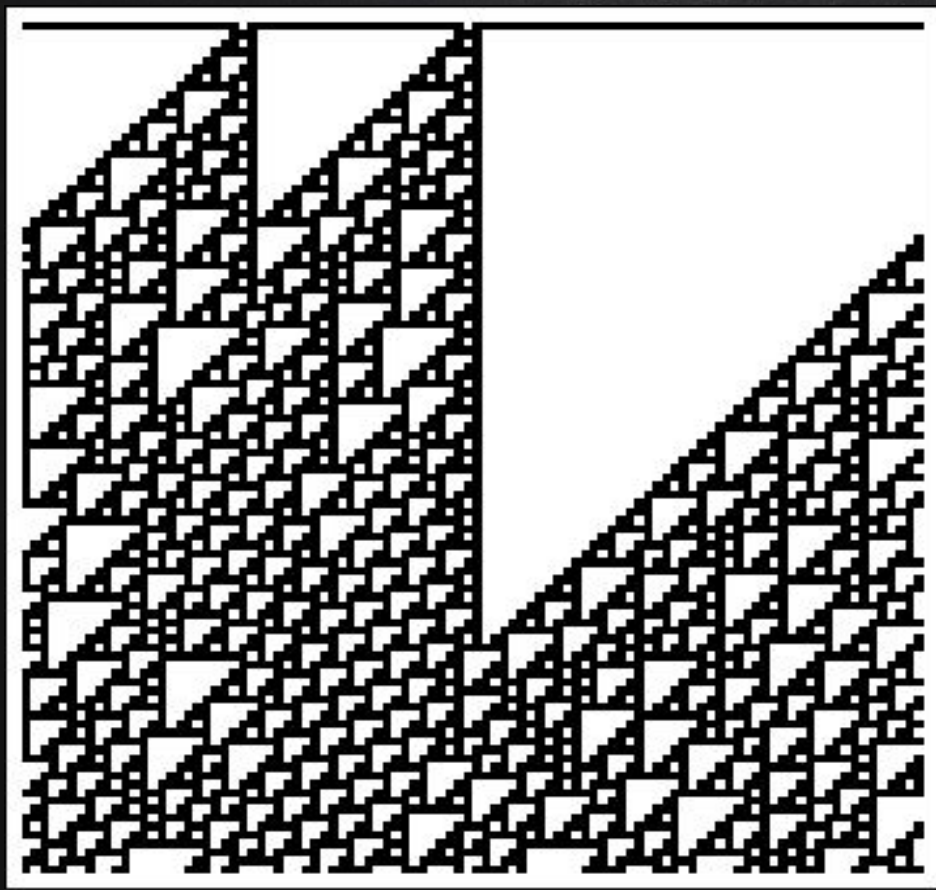
نتایج گلدنفلد ۲.۴



نتایج گرافد ۲.۴



«نقطه ثابت جریان بازبهنجارش»

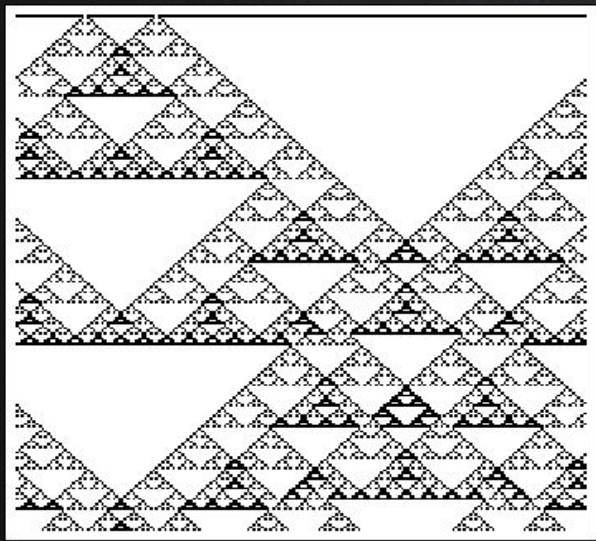


11. 02c6

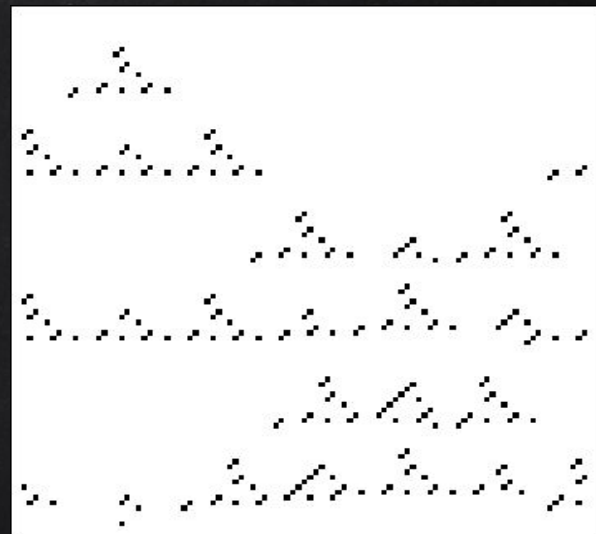
#TURING_UNIVERSAL

#GARDEN_OF_EDEN_STATES OF SUPERCELL CA

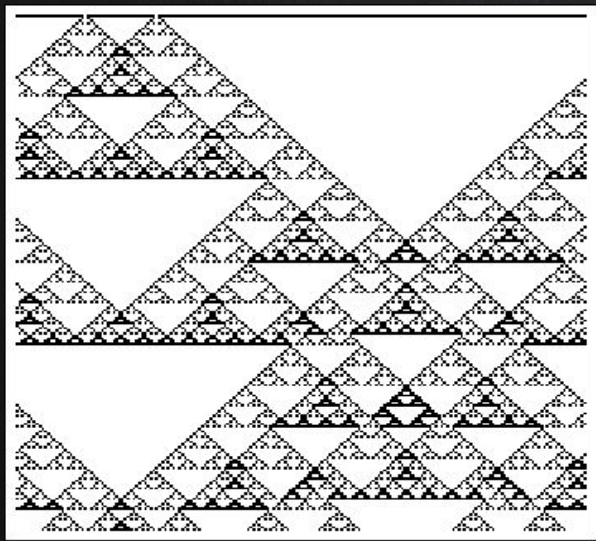
قاعده ۹.



درشت-دانه بندی



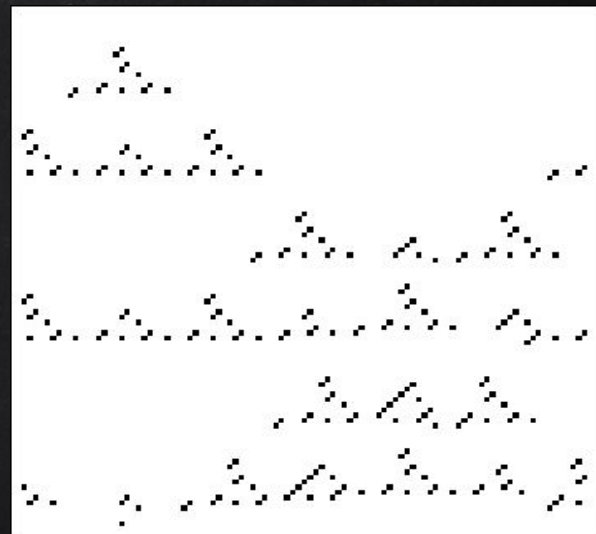
قاعده ۹.۰



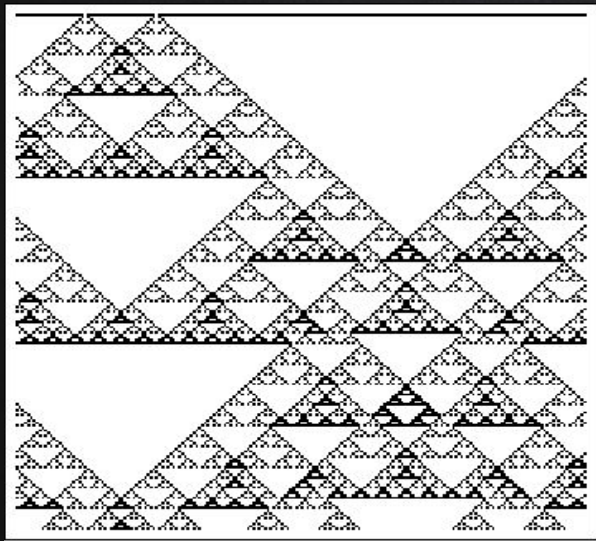
درشت-دانه بندی



$G = ?$



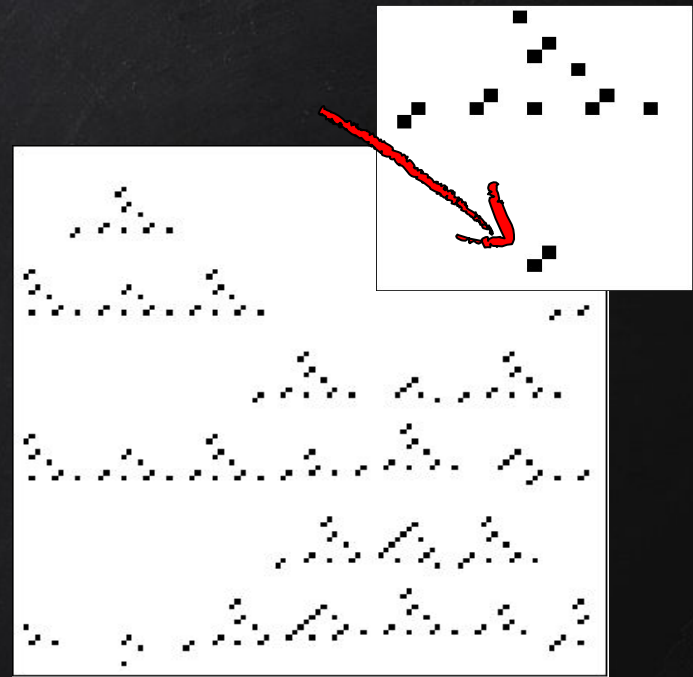
قاعده ۹.



درشت-دانه بندی

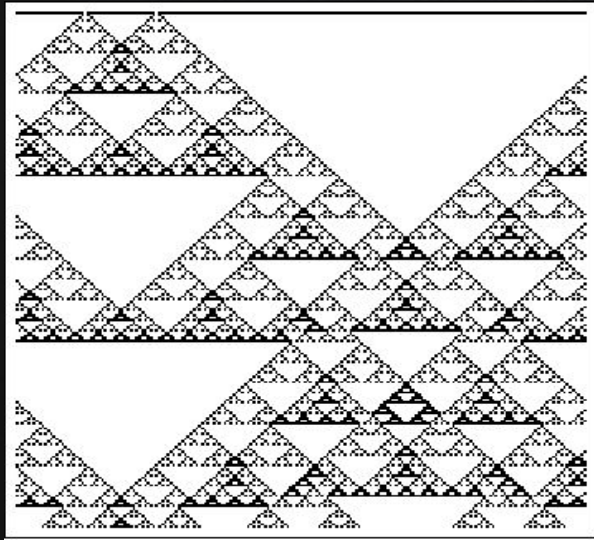


$$G = ?$$



وجود نیروهای بلندبرد و غیرموضعی

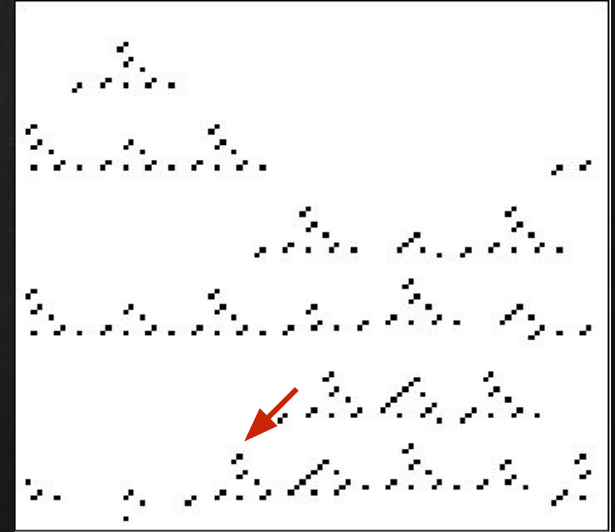
قاعده ۹.

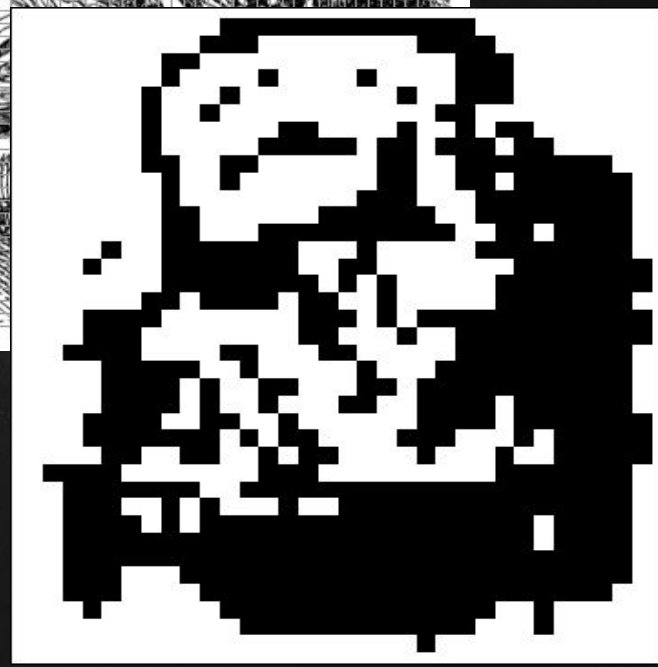
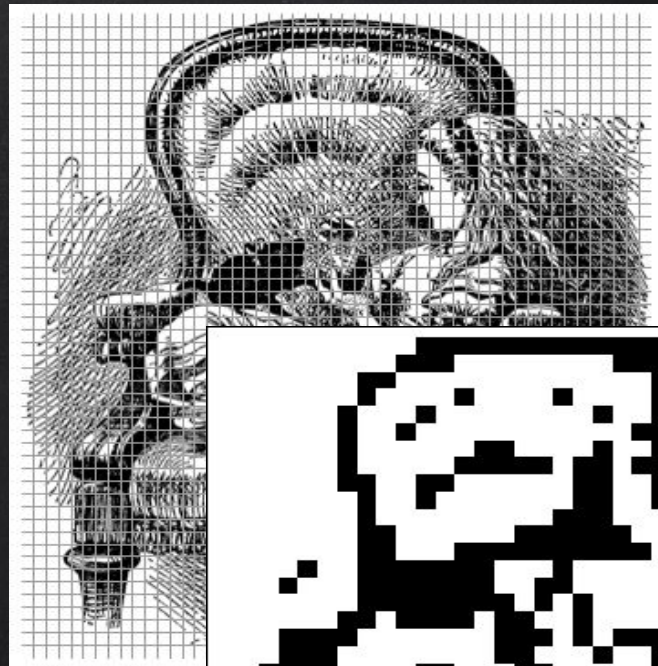


درشت-دانه‌بندی



$G = ?$

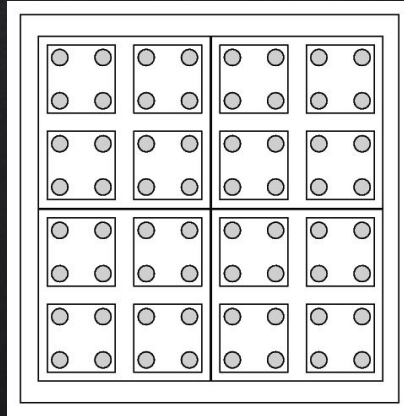






درس‌گفتار بعدی

مدل آیزینگ





SITPOR.ORG/RENORM



سیپاس

عباس ک. ریزی

ABBAS.SITPOR.ORG

«پیشگیری برای همه!»

سه چهارم از شیوه زندگی که خطرات کارم مربوط به سیستم‌های پیچیده، خصوصاً هنگامی که خطرات سیستم‌های پیچیده شامل خطرات موروثی، کتابخانه، کورس‌های آنلاین و آموزش‌های دیگر است، در زمان آلودگی بیشتر شده که به ساختن برای مکان‌های آلوده و آموزش‌ها منتهی می‌شود. در حالی که سیستم‌های پیچیده می‌تواند به کاهش آموزش استاندارد برای شروع سیستم‌های پیچیده وجود ندارد و تلاش‌های درس هم بسیار محدود به تئوری از دانشجویان یک رشته خاص هستند! سیستم‌های پیچیده در دانشگاه‌ها ما مانند شکل نمایش است که تلاش می‌کند حوزه پژوهش روزگار بدون بلد نبودن در مسیر پژوهش‌ها و برنامه‌های حرکت کند. به همین خاطر، ما هم و هم‌کارانمان که روی این موضوع کار می‌کنیم، پژوهش است و دیگر فرصت برای یادگیری به محله آموزش و یادگیری در نظر نمی‌آید. البته معنی هم دارا یک استانی نمی‌باشد هم کار می‌کند، هم دانشجوی تربیت کند و هم پژوهش دست اول انجام دهد و از آن نظر تولید محتوای آموزشی استاندارد هم داشته!

به نظر من در ایران، تا زمانی که محتوای مناسب به زبان فارسی وجود نداشته باشد، نمی‌توانم تلقی‌های رایج در میان مردم را در زمینه‌های آلودگی یا داشته باشیم یا یاد بگیریم که موضوعی شدن یا کسانی که سعی در دانشگاه جواب‌هایشان را به زور یادگیری یا مفاهیم گریز مسئولان بالاتری برای حمایت از طرح‌ها و پروژه‌ها بدون وجود یک مطالعه عمومی کار مفید می‌تواند تا نیاز داریم که مردم دست کم دانشگاه‌ها، بدانند که چرا سیستم‌های پیچیده مهم است!

برای همین تصمیم گرفتیم تا جایی که می‌توانیم، مسیر یادگیری سیستم‌های پیچیده را برای علاقه‌مندیانی که عزت‌یافتن و هویت حرکت کردن برین از مرزهای عرفی شده علوم را دارند، را هم برای طرح‌های علمی، سیستم‌ها در دانشگاه‌ها همیشه بهمانی آموزش‌ها قرار دادیم. البته اصلی این خدمات‌ها برای ما هم معلوم است! سیستم‌های پیچیده است آن‌که ما بودیم و جزایات زیر آن بود. می‌خواهم شای این جلسات افراد با پیش‌زمینه‌های مختلف با ایده‌های اصلی آشنا شوند. در مورد جزایات این برنامه‌ها به زودی می‌نویسم.