

PURE CELLULAR AUTOMATA

The simulation of a cellular automaton modifies the state of the cells. Living cells may die or dead ones return to life, provided the state of the adjoining cells permits one or the other. Exactly what happens relies on the individual rules. Over several generations, growth assumes certain structures, self-reproduction takes place, cells, or groups of cells, move, alter their state – or they do not.

For thirty years, Cellular Automata (CAs) have been developed for a variety of scientific disciplines to enable non-existent situations to be visualised by means of algorithmic laws. Although the development of CAs is still in its infancy, it could, in the long run, have a tremendous impact on science and its applications.

In the late 1950's, the mathematicians Stanislaw M. Ulam and John von Neumann began exploring cellular automata. Ulam used the earliest computers to explore what he called 'recursively defined geometric objects'. von Neumann, on the other hand, was looking for something in particular. He wanted to create a 'self-replicating' object; that is, an object that can build copies of itself. This sounds simple, but it lies at the heart of the definition of life as we know it. von Neumann's goal was nothing less than to find a simple set of operations that would work on a simple set of building blocks to create a 'living' organism. He reduced the problem to its most abstract elements by creating a two-dimensional grid upon which a simple algorithm, or set of rules, could be applied to uniform-sized cells of various 'substances'. These different substances were represented by numbers, which became the 'states' of the cells. The field of cellular automata has spread across nearly every discipline of science, from biology to astrophysics.

(Kenneth Karakotsios and Algorithmic Arts, San Jose, California, 1990)

SOME EXAMPLES

Heat flow: heat flows from the hotter cells into the cooler ones. The addition of energy prevents destruction by excessive heat (when everything has the same temperature, no more change is possible). This is a semi-totalistic law based on the assumption that the Self does not influence the process in progress. *Cyclic chemical reactions and infections*: (“the hodgepodge machine”, Heike Schuster and Martin Gerhart, Bielefeld University): a virus is transferred by chain reaction and infects everybody. The trigger is a catalyst rendered less effective by heat until it loses its strength and the reactions surrounding it become slower until it has cooled down, only to reassume its reaction some time later. *Totalistic Fredkin*: self-reproductive law, multiplication of an element. *Langton Loops*: the most basic, non-trivial law of self-reproduction. *Life*: law of John Horton Conway, Cambridge: self-reproducing cell forms (gliders, oscillators). *Brian's Brain*: imitation of a neuron's activity in the brain. *Faders*: shapes which emerge and vanish again, sometimes leaving behind 'fader eggs' triggering a new build-up.

ZELLULARE AUTOMATEN PUR

In der Simulation eines zellularen Automaten wird der Zustand von Zellen verändert. Hier können lebende Zellen absterben und tote lebendig werden, wenn der Zustand der Nachbarzellen dies zulässt. Was genau passiert, hängt von den Regeln im einzelnen ab. Über Generationen hinweg strukturiert sich Wachstum, Selbstreproduktion findet statt, Zellen oder Zellgruppen bewegen sich, verändern ihren Zustand oder auch nicht.

Zellulare Automaten (CAs) werden seit 30 Jahren für die verschiedensten wissenschaftlichen Disziplinen entwickelt, um nicht existente Situationen durch algorithmische Gesetze visualisieren zu können. Die Entwicklung von CAs steckt noch in den Kinderschuhen und könnte langfristig gesehen erhebliche Auswirkungen in den Wissenschaften und deren Anwendungen verursachen.

In den späten 1950er-Jahren begannen die Mathematiker Stanislaw M. Ulam und John von Neumann Zellulare Automaten zu erkunden. Ulam benutzte die frühesten Computer, um, wie er es nannte 'rekursiv definierte geometrische Objekte' zu erforschen. von Neumann hingegen hat nach etwas Bestimmtem gesucht. Er wollte ein 'sich selbst replizierendes' Objekt erschaffen; das bedeutet, ein Objekt, welches Kopien seiner selbst erstellen kann. Das klingt einfach, ist jedoch im Prinzip die Definition von Leben im eigentlichen Sinn. von Neumann's Ziel war nicht weniger, als einen einfachen Satz von Funktionen zu finden, welche auf einem einfachen Baukasten-Prinzip arbeiten würden, um einen 'lebenden' Organismus zu erschaffen. Er reduzierte das Problem auf seine abstrakten Elemente, indem er einen zweidimensionalen Raster erstellte, auf den ein Algorithmus (eine Reihe von Gesetzen) angewandt werden kann, um Zellen von einheitlicher Größe unterschiedlicher 'Substanzen' zu generieren. Diese unterschiedlichen Substanzen wurden durch Zahlen repräsentiert, die den 'Status' der Zellen beschrieben. Das Gebiet der zellularen Automaten hat sich auf fast alle wissenschaftlichen Bereiche ausgeweitet, von der Biologie bis zur Astrophysik.

(Kenneth Karakotsios and Algorithmic Arts, San Jose, California, 1990)

EINIGE BEISPIELE:

Hitzefluss: Aus den heißeren Zellen fließt Hitze in die kälteren. Durch Hinzufügen von Energie wird der Hitzetod (alles hat die gleiche Temperatur; nichts kann sich mehr verändern) vermieden. Dies ist ein halbtotalistisches Gesetz, welches davon ausgeht, daß das Selbst den ablaufenden Prozess nicht beeinflusst. *Zyklische chemische Reaktionen und Infektionen:* („the hodgepodge machine“, Heike Schuster und Martin Gerhart, Uni Bielefeld): ein Virus wird in einer Kettenreaktion übertragen und steckt alle an. Auslöser ist ein Katalysator, den die Hitze weniger effektiv macht, bis er seine Kraft verliert und die Reaktionen um ihn

herum langsamer werden, bis er abgekühlt ist, um dann irgendwann seine Reaktion wieder aufzunehmen. *Totalistic Fredkin*: Selbst-reproduzierendes Gesetz, Multiplikation eines Elements. *Langton Loops*: Einfachstes, nontriviales Gesetz zur Selbstreproduktion. *Life*: Gesetz von John Horton Conway, Cambridge: Selbst-reproduzierende Zellformen (gliders, oscillators). *Brian's Brain*: Imitation der Aktivität eines Neurons im Gehirn. *Faders*: Formen, die sich aufbauen und wieder verschwinden. Eventuell bleiben 'fader eggs' zurück, die einen neuen Aufbau bringen.