

# Emergens Rendszerek: Természeti Folyamatok és Mesterséges Terek Kapcsolata

---

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Vizuális kommunikáció szak, Média Design  
Szakdolgozat. Konzulens: Babarczy Eszter  
Nagy Ágoston, 2007

## Tartalom

Bevezetés.....	3
Augmentált tér.....	3
<i>Fejlődő Hangi Környezet</i> .....	4
A természet építőkövei.....	5
Mesterséges élet.....	6
Emergens struktúrák és komplexitás.....	6
Gordon Pask.....	7
A társalgás elmélete.....	9
A <i>Társalgás-elmélet</i> relevanciája.....	9
Tört dimenziók.....	10
Jegyzetek.....	11
Irodalom, források.....	12
Függelék.....	13

*Természetesen mindig lesznek, akik csak a technikát figyelik, akik azt kérdezik, „hogyan”, míg mások, akik kíváncsibb természetűek, azt kérdezik, „miért”. Én személy szerint mindigis fontosabbnak tartottam az inspirációt az információnál.*

Man Ray

## Bevezetés

A kilencvenes évek asztali számítógép láza, valamint a virtuális valóság transzcendens, utópisztikus ígérete egyre kevesebb embert vonz. Használati eszközeink, életmódunk egyre kevésbé helyhez kötött, napjainkban többfunkciós telefonokon, kis méretű PDA-kon<sup>1</sup>, és úgy általában, drót nélküli hálózatokon kommunikálunk. Életünk jelentős része ezektől a rendszerektől függ. A dolgozat a változó teret és a környezettel való kommunikáció koncepcióit vizsgálja.

## Augmentált<sup>2</sup> tér

A decentralizált, helyfüggetlen technológiák - LEV MANOVICH szavaival élve - az adat egymást fedő rétegeit képezik a fizikai térben. Ezek az információs rétegek lehetnek hangi, képi, akár szag-alapúak. Például a metrókban a pékségek mesterséges illatanyagot juttatnak az aluljáró légtérébe. Ugyanakkor akár tiszta adat alapú is lehet: például mostanában sokszor alkalmazott marketing a telefonokra adatok küldése: ha bizonyos távolságon belül vagyunk egy helyhez képest, akkor a mobilra üzenetet kapunk. Ez az elektronikus média-felület személyre szabható, és szabadon alakítható.

Egyik legfőbb jellemzője, hogy - akár az internet tartalma - dinamikus, tartalmának alakításával a programozás egy speciális ágazata, a ubiquitous computing<sup>3</sup> foglalkozik. Az augmentált valóság vonatkozó, releváns információk megjelenítésével segít az embereknek a fizikai térben tájékozódni, tevékenykedni. Elméletben mindenhol jelen vannak ezek a terek, de a gyakorlatban más a helyzet.

Szociális és kulturális szempontból az augmentált, „kapcsolódó adatokkal rétegzett tér” legfontosabb tulajdonsága, hogy töredezett. Míg mindennapi környezetünk, a tér, amelyben mozgunk, egy folyamatosan összefüggő közeget alkot, addig a megfigyelő kamerák csak bizonyos szögeket látnak, a hangszórók hangjai, kijelzők fényei csak valamilyen távolsáig érzékelhetőek, a wifi hálózatok néhol erősek, néhol gyengébbek. A cellaterek elméleti folytonossága, és gyakorlati nem-folytonossága között feszülő kontraszt nem elhanyagolandó szempont, sokkal inkább érdekes esztétikai stratégiák forrásaként szolgálhat.

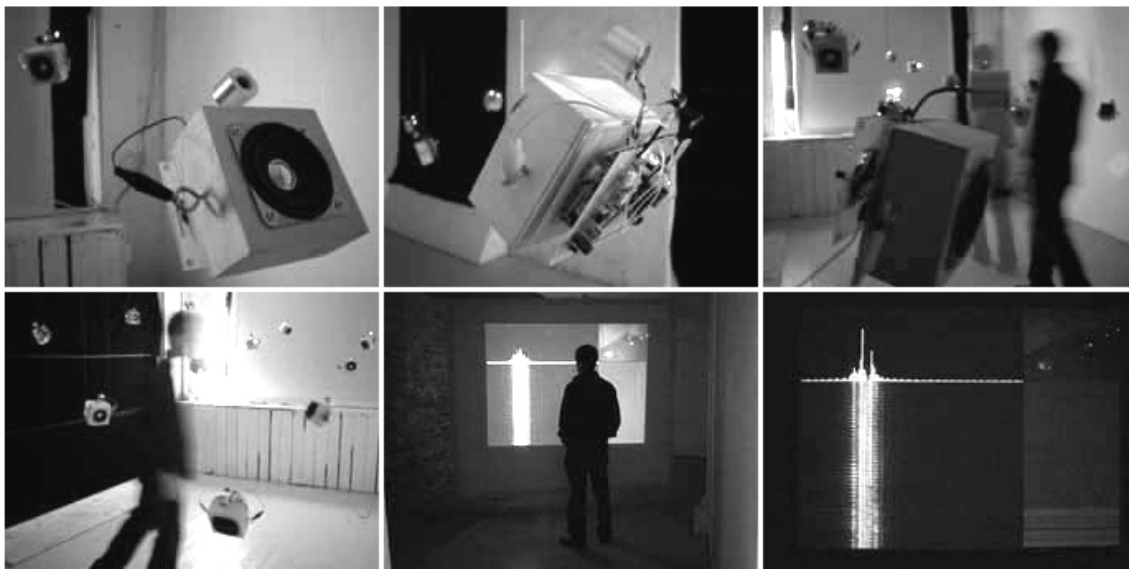
A monitor pixelei mellett teret kapnak más típusú kommunikációs felületek is. Minden állandó mozgásban van, és ez a mozgás megfigyelhető, feldolgozható, így eleve adott, hogy ez a mozgás önmaga is kommunikációs felület lehet. A megfelelő technika rendelkezésre áll (mozgás-felismerés, GPS<sup>4</sup> cella információk, stb), az ember és környezetének kapcsolata átértelmeződik. A statikus, izolált, hagyományos térkonceptió helyébe egy képlékeny, átjárható, transzparens világ képe lép, amelynek szinte minden aspektusa kommunikál velünk. Egy szép példával szeretném bemutatni ezt az új teret.

## Fejlődő Hangi Környezet

USMAN HAQUE angol építész, és ROBERT DAVIS, pszichológus 2006 márciusában a node.london<sup>5</sup>-ra a tér és az ember viszonyával foglalkozó installációt készítettek. Az eredmény egy olyan „közeg”, amelynek a viselkedését az ember alakítja. A kommunikáció egyrészt hangok segítségével zajlik, másrészt pedig az ember fizikai jelenléte, elhelyezkedése is befolyásolja a közeg állapotát. A munka címe *Fejlődő Hangi Környezet (Evolving Sonic Environment)*. Címének első része, a fejlődés a rendszer viselkedésére utal, a második, hangyi környezet pedig megjelenési formájára. HAQUE a következő szavakkal jellemzi munkájukat:

„A projekt egy architektúrális kísérlet arra, hogyan lehet létrehozni egy olyan interaktív környezetet, amely a jelen lévő emberek mozgásáról, viselkedéséről felépíti belső reprezentációját autonóm, de kommunikatív szenzorok segítségével.”

A mű két részből áll, két külön térben. Az egyikben néhány hangkeltő eszközt helyeztek el véletlenszerűen, de egymástól nagyjából azonos távolságra, hálózatba rendezve. A másik teremben pedig egy rögzítő mechanizmus működik, amely figyeli a hanghálózat történetét. A hangyi eszközökön mikrofonok és ultrahang szenzorok is vannak, így a jelen lévő emberek és más elemek mozgása hatással van a rendszer kollektív viselkedésére. Ha valaki belép a térbe, az akusztikai tulajdonságok megváltoznak, és erre érzékenyen reagálnak a kis hangdobozok. Egyszerű agysejtekhez lehetne őket hasonlítani, amelyek magas frekvenciájú hangokkal reagálnak magas frekvenciájú hangokra. Elrendezésük egy neurális hálózhoz hasonlít: ha nagy az aktivitás, ingeküszöbüket felfelé módosítják, alacsony aktivitás esetén pedig alkalmazkodnak a környezethez, és finomítják érzékenységüket. Sokszor ismételt impulzusokra „unatkozni” kezdenek, és új válaszformákat keresnek.



1. ábra: *Fejlődő Hangi Környezet (Evolving Sonic Environment)*

Az impulzusok magas frekvenciájú hangok, 14-16 kHz közöttiek, közel az emberi hallás tartományának felső határához. Ez a hangok irányításának elősegítése végett szükséges, mert a mélyebb hangok szórtabban terjednek. Ha egy eszköz egy adott küszöbértéken felüli energiát (hangot) kap, maga is elkezd

„tüzelni”. A kibocsátott inger egy folyamatosan változó frekvenciájú hang, az úgynevezett Shepard-hang<sup>6</sup>. A jelen lévő emberek fejük mozgatásával érdekes interferencia-mintázatokat érzékelhetnek, de mozgásukkal egyúttal a hang útjában állnak, ezáltal változtatják az individuális hangeszközök viselkedését. Az eszközök pusztán analóg módszerrel működnek, nincsen központi processzor, vagy más, digitális számoló rendszer.

Ha tehát valaki belép a szonikus térbe, többé nem külső megfigyelőként van jelen, hanem ő maga is befolyásolja a megfigyelt rendszert. Ez a jelenség a határozatlansági reláció<sup>7</sup>, amelyet HEISENBERG fedezett fel a kvantummechanikában, 1927-ben.

Egy alternatív megfigyelési lehetőség az installáció másik része, amely egy következő teremben található: a rögzítő mechanizmus, amely figyeli a hang-hálózat populációjának változásait. Figyelemmel kíséri a fizikai mozgást egy kamerával, követi és elemzi a hangok spektrális változásait, valamint a neuronok működésének intenzitását. A szonikus tér hangjait valós időben nyolc oktávval lejjebb transzponálja, ezáltal az emberi fül számára kényelmesebb tartományba helyezi. A tisztán hallható hangon túl az élő kamerakép közvetítésével látható, mi zajlik az első teremben. A hang spektruma is vizualizálva van, ezáltal láthatóvá válnak az interferencia-mintázatok és a rendszer globális viselkedése.

ROB DAVIS a következőképpen összegezte a tapasztalatokat: „Az eszközöket pszeudo-véletlenszerűen helyeztük el a teremben, és egy elektromos áramforráshoz kötöttük. A látogatók szabadon megtekinthették ezeket, és szabadon mozoghattak körülöttük. Egy számítógép monitorozta a környezetet, későbbi, off-line analízis céljából. Ezek alapján kiderült, hogy a hálózat spontán rezonancia-mintázatokba rendeződött, és az emberek jelenlétével ezek a mintázatok megváltoztak, majd lerombolódtak. Amikor a termet ismét magára hagyták, új minták bukkantak elő, hasonlóak, de nem azonosak az eredeti mintázattal. A szonikus eszközök közötti kapcsolat szemmel láthatóan adaptálódott az idő múlásával, és egyre gyorsabban álltak vissza a saját, stabil rezonanciájukra.”

## A természet építőkövei

Az átjárható, reagens tér koncepciója a múlt század közepén kezdett körvonalazódni, az MIT<sup>8</sup> hajdani Architecture Machine Group (szabadon fordítva Építészeti Gép Csoport) kísérleti műhelyeiben.

Vizsgálataikban főként különböző folyamatokkal foglalkoztak. Az elkészült, zárt, statikus szerkezet helyett inkább az érdekelte őket, hogy milyen módon alakulnak ki, hogyan fejlődnek maguktól, illetve a környezetük hatására különböző rendszerek.

A fejlődés folyamatai főként a természetben megfigyelték mintáján alapultak. Miután megfelelővé vált a technikai apparátus a hosszadalmas, lassan kibontakozó folyamatok viszonylag gyors, egzakt szimulálására, fontos szerepet kapott a számítógép. Adottságai alkalmasak lettek olyan szimulációkra, amelyek természetben való lezajlásához akár évek kellenének.

Ez a hozzáállás nagyban segítette a dinamikus alakuló, környezetével aktívan kommunikáló média kialakulását. JOHN FRAZER, az MIT kutatója szerint az architektúra „a mesterséges élet egy formája, amely olyan, mint a természet világa. Az evolúciós architektúra célja, hogy az épített környezetben megvalósulhasson az a szimbiózis, metabolikus egyensúly, ami a természeti környezetünk karakterisztikája. [...] Számítógépes modelleket használunk, hogy szimuláljuk ezeket a fejlődési folyamatokat. Nagyon nagy mennyiségű evolúciós lépést lehet rövid idő alatt generálni, és a kapott emergens formák gyakran váratlanok.”

## A mesterséges élet

Az élet leegyszerűsített folyamatainak szimulálása már a mai digitális számítógép tervezőjét, NEUMANN JÁNOST is foglalkoztatta. Kísérleteit összefoglaló néven *Universal Constructor*-nak (szabadon fordítva: egyetemes építő, egyetemes alkotó) hívta. Az egyetemes kifejezés egyben filozófiai álláspont is. Akár a matematikában, úgy az új számítógépes paradigmában is minél egyszerűbb, általánosabb egy leírás, később annál több módon lehet felhasználni azt. A *Universal Constructor* egy általános elv, biológiai rendszerek egyszerű, absztrakt, mesterséges szimulációjára.

A szimuláció legkisebb építőkövei a „sejtek”, amelyek - akár a digitális számítógép - két féle állapotúak lehetnek: vagy élnek, vagy nem élnek. Az, hogy melyik sejt marad életben, és melyik hal meg, néhány, nagyon egyszerű szabály határozza meg, ami attól függ, hogy egy sejt hány szomszédja van életben. A szimuláció során minden egyes, újabb generáció úgy jön létre, hogy a program megvizsgálja a sejtek elhelyezkedését, és a szabályok alapján dönt a sejtek állapotáról.

A szimulációk általában egy véletlenszerűen elszórt populációval indulnak. A kezdeti állapot esetleges, viszont az összes többi állapot teljesen előre meghatározott, determinált szabályok alapján zajlik. Néhány generáció lefutása után érdekes, komplex alakzatok jönnek létre. Sok sejt együttes tevékenysége olyan viselkedéseket idézhet elő, amelyekre a kezdeti, egyszerű szabályok alapján nem számíthatunk.

Van olyan alakzat, amelyik felfalja magát, és megsemmisül néhány generáció után. Van olyan alakzat is, amelyik stabil állapotot vesz fel. Ez úgy rendezi el a sejteit, hogy beáll egy örök, zárt, mozdulatlan állapotba. Létezik továbbá az örök mozgásba keveredő alakzat, amelyik a malom játékból ismert „csiki-csuki” szerű állapotban a végtelenségig oszcillál.

A celluláris automaták rendkívül egyszerű, nagyon szemléletes szimulációi a biológiai folyamatokhoz hasonló, metabolikus rendszereknek. A dolgozat függelékében részletesen bemutatom a modell működési mechanizmusát. A saját készítésű program vizuálisan szemlélteti az egyszerű szabályok alapján kialakuló hol kaotikus, hol rendezett, mintázatokat (lásd 13. oldal).

## Emergens struktúrák és komplexitás

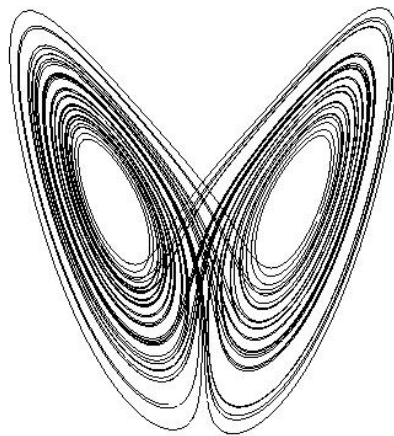
A természetben sokkal bonyolultabb, összetettebb rendszerek figyelhetőek meg, de általában ilyen és ezekhez hasonló, egyszerű lokális kölcsönhatások teszik képessé a rajokat, csapatokat, akár emberi kapcsolati hálózatokat arra, hogy túléljenek. Ehhez feltétlenül szükséges, hogy az adott organizmus saját működését szabályozza, összehangolja a környezettel és együttműködjön vele.

Ez a párbeszéd visszacsatolások segítségével történik, vagyis egy ingerre kapott válaszból, ami új ingert vált ki, és erre új válasz érkezik, és így tovább. Az organizmusok részei különböző hálózatokat formálnak, és ezekben a helyi visszacsatolások a globális hálózatban terjedve összetett, komplex<sup>9</sup> mintázatokká, visszacsatolás-rendszerekké állnak össze. Ezeket leírni, számszerűsíteni igen nehéz, nemlineáris tulajdonságuk miatt szinte lehetetlen kiszámítani egy adott, lemerített állapotát a rendszernek, annyi tényezőtől függ.

A meteorológus és matematikus EDWARD LORENZ, az időjárás előrejelzésének, megjósolhatóságának vizsgálata során megfigyelte, hogy a különböző időbeli állapotok mindig hihetetlenül érzékenyek a kezdeti feltételekre. Egy komplex esemény kiindulási tulajdonságaiból aligha lehetne a későbbi eredményekre pontosan következtetni, annak állapotait megjósolni, kiszámolni.

A digitális számítógépek segítenek egy hozzávetőleges modellt alkotni, bizonyos keretek között a rendszer lehetséges állapotait ábrázolni. A számok elemzése mellett a XX. század második felében nagy hangsúlyt kapott a vizualizáció: a rendszer kaotikus jegyeket mutató elemei rendezett mintázatokat formálnak, „ha jó szögből nézzük.”

A japán matematikus, YOSHISUKE UEDA a hetvenes években leírt tapasztalata igen szemléletes. Az általa épített, elektromos áramkörben úgy mozognak az elektronok, hogy minden egyes alkalommal új állapotot vesznek fel, így a rendszer soha nem ismétli önmagát. Azt feltételezhetnénk, hogy ezt az időben ábrázolva egy teljesen rendezetlen, kusza ábrát kapunk. A legérdekesebb, hogy e mozgások összességének fázisterét<sup>10</sup> megvizsgálva meglepő módon egy magasan szervezett mintázat jön létre. UEDA ezáltal rátalált a különös attraktorok<sup>11</sup> világára.



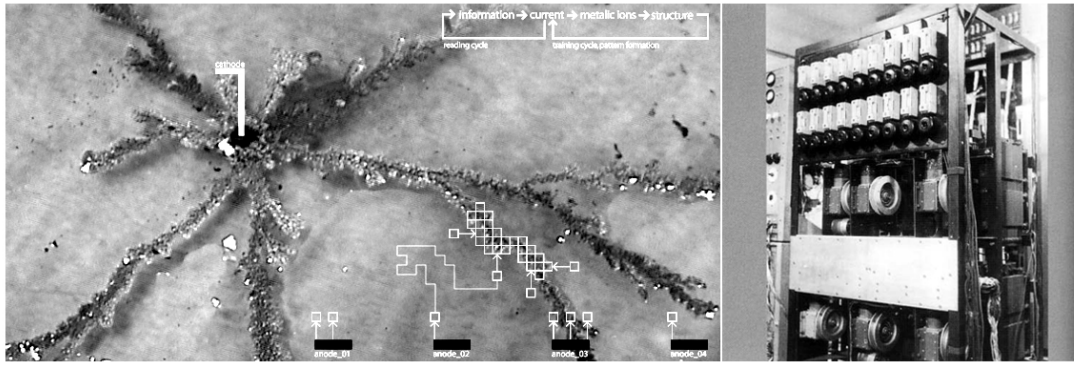
2. ábra: Egy különös attraktor (Lorenz-attraktor)

Az automaták, mesterséges létformák, a *Fejlődő Hangi Környezet*, illetve a természeti folyamatok közös tulajdonsága, hogy belső építőelemeik egymással és a környezettel folyamatos kölcsönhatásban állnak. Ezt az állandó párbeszédet egyszerű visszacsatolással valósítják meg, amelyek hálózatba rendeződve segítik a rendszer optimalizálását, egyensúlyát. Párbeszéd zajlik egyrészt a belső alkotóelemek között, másrészt ezek és a környezet között is. A finom egyensúly megteremtéséhez minden elemnek alkalmazkodnia kell, és az újabb hatásokat adaptálni, így tud a rendszer a folyamatos változásokra megfelelően reagálni.

## Gordon Pask

USMAN HAQUE több cikkében hivatkozik GORDON PASK, angol kibernetikus munkásságára. Alapvetően a *Fejlődő Hangi Környezet* is PASK elméleteinek egy gyakorlati megvalósítása. GORDON PASK elsősorban kibernetikus volt, ebből adódóan főként szabályozási rendszereket, kommunikációs módszereket próbált hatékony módon megközelíteni. Az MIT-nél együtt dolgozott építészeti terveken, elektronikus és térinstallációkon JOHN FRAZER és CEDRIC PRICE építészekkel.

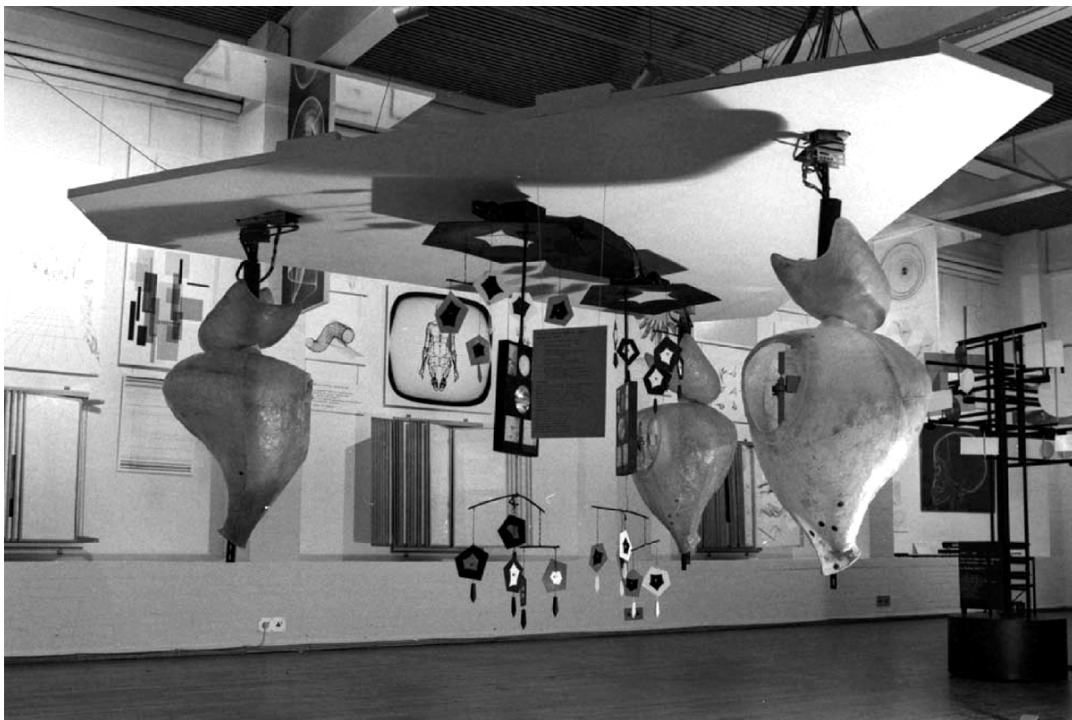
Átfogó elméleti összegzést készített a reagens környezetekről és azok működéséről. Ezeket többféleképpen szemléltette, készített elektrokémiai és elektromos kísérleteket (*Chemical Ear, Musicolour*), és autonóm installációkat is, amelyek művészeti kontextusban is megjelentek (*Colloquy of Mobiles*).



3. ábra (balra): Pablo Miranda Carranza: *Dendrite*, 2004. (Gordon Pask *Chemical Ear*-je alapján)

4. ábra (jobbra): Gordon Pask: *Musicolour* (1953)

A *Chemical Ear* (kémiai fül) egy kémiai kísérlet. PASK egy, a különböző frekvenciákra fejlődő „fület” növesztett egy petricsészében. A kísérlet során a fül a környezeti hatásokat adaptálva fejlesztette ki hallóképességét. A „hallást” a vegyi anyagok különböző frekvenciákra történő kikristályosodása jelezte, amelyek az idő folyamán egyre részletesebb, fa-szerű mintázatokat vettek fel. A *Musicolour* (zenesín) pedig egy performanszokhoz, előadásokhoz használt elektromos eszköz volt. A gép a zenét a ritmus és a frekvencia alapján elemezte, és színezett fényeit ezek alapján manipulálta. Akár más adaptív, fejlődő rendszerek, ha sok ismétlődő jelet kapott, „unatkozni” kezdett, és változtatott viselkedésén. A zenészek, akik az ötvenes években játszottak vele, egy másik előadóhoz hasonlították, aki - akár más jazz zenészek - improvizált, és ugyanakkor összhangban volt az előadással.



5. ábra: Gordon Pask: *Colloquy of Mobiles* (*Mobilok Eszmeceéréje*)



Legismertebb művészeti installációja a *Colloquy of Mobiles* (Mobilok eszmecseréje). Ez néhány nagyobb méretű mobilból állt. Ezeknek két típusuk volt: az egyik a „női” csoport, a másik a „férfi” csoport. A „nők” fényeket bocsátottak ki, és mozgatták a fénycsóvákat, szabadon pásztázták a terem különböző területeit. A „férfiak” tükrökkel és fényszenzorokkal voltak felszerelve és mozgásukkal a fényt keresték. Ha egy „férfi” és egy „nő” „egymásratalált”, egy ideig együtt ringatóztak, majd elengedték egymást és folytatták a bókászást. A tárlat látogatói is részt vehettek a játékban: árnyékukkal, vagy plusz fényforrásokkal aktívan befolyásolhatták a mobilok „magánéletét”. Az installációt a mára legendássá vált Cybernetic Serendipity<sup>12</sup> csoportos kiállításon állították ki, a londoni ICA-ban, 1968-ban.

PASK kutatásai során megfigyelte, hogy a hatékony, konstruktív kommunikáció igen összetett folyamat, és alapját az emberi párbeszéd, társalgás szabályszerűségei képezik.

„Az interakció - legyen az megszakítva akár egy telefonhívással, vagy üzleti úttal - egy szabad, intellektuális folyamat, amelyet én társalgásnak hívok, amely olyan koncepciók közvetítéséhez vezet, amelyek nem annyira a tárgyalt téma, hanem inkább a résztvevő felek belső koncepciói. (...) A társalgás egy olyan esemény, amelynek van eleje és vége, és kisebb részekre is felosztható, ellentétben a résztvevő felek interakciójával, amelyet nem lehet szétdarabolni.”

## A társalgás elmélete

A *Társalgás Elmélet (Conversation Theory)* központjában a tanulás, az adaptív tulajdonságok állnak. PASK kísérletei során olyan interaktív rendszereket tervezett, amelyek a természethez hasonlóan dinamikusak és összetettek anélkül, hogy autokratikussá válnának, és a kapcsolatba lépő felek interakcióit kisajátítanák, korlátoznák. Ezek a tulajdonságok az emberi társalgás jellegzetességein alapulnak, és mesterséges eszközökre éppúgy alkalmazhatóak, mint ahogy az emberek közötti természetes kommunikációban.

PASK rámutat arra, hogy az interpretáció és a kontextus az emberi nyelv szükséges elemei a jelentés lokalizálásához, és ezek bármilyen tervezési folyamatra ugyanígy érvényesek. Egy párbeszéd, interakció során a két fél folyamatosan alakítja saját nézeteit, álláspontját, alkalmazkodik a másik feltételezett tudásához, kontextusba helyezi a küldött és a kapott üzeneteket. Megfigyelhető, hogy hosszú idő elteltével egyre személyesebbé, egyre hatékonyabbá válik a párbeszéd, a felek már félszavakból is megértik egymást, egyre jobban megismerik a másikat.

A társalgás három szintre osztható: a természetes nyelv szintjére (általános beszélgetés), a tárgy-nyelv szintjére (a téma lényegének megbeszélése), illetve a metanyelv szintjére (a tanulásról, illetve a nyelvről való beszéd). A tanulás kritikus módszere a *Társalgás Elmélet* szerint a „visszatanítás” (teachback), amikor egy személy valamit tanít a másiknak, de a tanuló féltől ugyanígy tanul, hiszen egy másik aspektusból, a tanuló belső mentális berendezkedéséből kénytelen megközelíteni a tanítandó témát.

## A Társalgás Elmélet relevanciája

USMAN HAQUE olvasatában az interakciónak is három szintje létezik, összetettségi szintjüknek megfelelően. Reaktívnak tartja például azokat az épületeket, amelyek a nap mozgására állítják lamelláikat, ezáltal eltérő mennyiségű fényt engednek a belső térbe. Ezt azért tartja pusztán reaktívnak, és nem igazán interaktívnek, mivel az eredmény nem hat vissza a kiváltó okra.

Egy hurkos (single-loop) interakciónak tartja a bankjegykiadó automaták és a hasonló eszközök világát. Ebben az esetben néhány bemeneti jelre válasz érkezik, és a kommunikáció eredménye egy pénzügyi

tranzakció. A válaszok zárt keretek között mozognak. Általában a fejlett társadalmak legtöbb kommunikációs rendszere ezen a szinten működik.

Több hurkos interakciónak (multi-loop interaction) tartja azt, amikor például egy banki alkalmazottal beszélünk pénzügyeinkről. Ilyenkor olyan társalgás alakul ki, amelynek során a partner rávilágít újabb dolgokra, és a beszélgetés felvesz egy előre nem várt fonalat. Az egyénre szabott szolgáltatások, internetes szociális hálózatok, személyre szabható felületek, online boltok, illetve az újabb internetes keresőmotorok már némi tulajdonságát mutatják ennek a kétoldalú interakciónak, amely az idő folyamán az egész interakció jellegét módosítja, könnyebbé teszi.

Nem véletlen a Google sikere<sup>13</sup>. Kereső-algoritmus az emberek választásán alapul<sup>14</sup>, ezáltal kifejezetten releváns információval látja el a felhasználót, amire elemi szükség van a túltelített információs hálózatokban. Ha a közeg képes önmagát megújítani a környezeti igényeknek megfelelően, akkor teljesülhetnek a korábban vázolt feltételek, és valóban létrejöhet a konstruktív kommunikáció.

## Tört dimenziók

A fizikai eszközök, a valós tér, a robotika területén nem teljesen magától értetődő a helyzet. A robotikában ma bejáratott eszközökkel (szenzorok, motorok, áramkörök) nehéz elképzelni, hogy egy meglévő alkatrészekből álló robot a környezeti hatásokat adaptálva saját eszközöket fejlesszen az újfajta reakciók közléséhez, és átalakítsa belső szerkezetét. Ahhoz, hogy ilyen szintű átalakulásra képes legyen, szerkezetét kellene megváltoztatni, avagy „adatként manipulálni saját magát”. A hamarosan szélesebb körben elterjedő szub-atomai rendszerek, a nanotechnológia logikája már esetleg tükrözheti ezt a szabadságfokot.

Az információs társadalom a töredezett, iteratív tér koncepcióját hozza magával. Az izolált, merev rendszerek helyébe a mozgás, az újra felhasználható, átalakítható, kommunikáló terek és tér-képzetek kerülnek. A szabadon formálható, önmagára visszaható információ relevanciája mindenki számára nagyon fontos, ezért hordozói ugyanígy alakíthatóak, újra alkalmazhatóak lesznek. Az információs korszak terének kontúrjai nem élesek, mint ahogyan azt a tradicionális architektúrában megszoktuk. Puha, képlékeny körvonalai folyamatosan mutálódnak a fizikai tér és a tiszta adat emergens kapcsolatainak határán.

Fontos, hogy az ember jobban megértse és formálhassa környezetét, tisztában legyen annak működésével, és a jelenleg nem megfelelően, pazarlóan alkalmazott módszereket, az energia felesleges herdálását felválthassa az együttműködés, amely nem a birtoklás és a hódítás, hanem a szimbiózis alapul. Az elektronikus képernyő paradigmája után az építészek, és általában véve a művészek számára itt a lehetőség, hogy foglalkozzanak az információ anyagtalanságával, amely a fizikai térben áramolva a kötött, egész dimenzió felületein töréseket, átjárásokat, transzparenciát okoz.

## Jegyzetek

- <sup>1</sup> PDA: Personal Digital Assistant (személyes digitális asszisztens), kis méretű zsebszámítógép.
- <sup>2</sup> Az augmentált valóság a számítógépes kutatás egy ágazata, amely a valós tér és a számítógép által generált adatok keveredésével foglalkozik.
- <sup>3</sup> A mindenütt jelenlévő (angolul ubiquitous) programozás napjainkra a számítógépes kutatás egy speciális ágazatává nőtte ki magát.
- <sup>4</sup> GPS: Global Positioning System (globális pozicionáló rendszer), mikro-hullámok segítségével a föld körül keringő műholdak pontosan meg tudják mondani egy jel-adó helyét, sebességét, irányát.
- <sup>5</sup> A node.london egy évente megrendezett kulturális fesztivál, amely hálózati, nyitott és elosztott eseményekkel foglalkozik.
- <sup>6</sup> A Shepard-hang egy olyan hang, amely több szinusz hang oktávnyi távolságokra történő egymásra helyezése. Amikor az alaphangot felfelé vagy lefelé mozgatják, létrejön a Shepard skála. Ez az örökké emelkedés, vagy az örökké süllyedés auditív illúzióját kelti. Az „örök emelkedés” esetén ha egy hang túl magasra ér, elhalkul, és ezzel párhuzamosan az alsó tartományban felerősödik egy mély, felfelé ívelő hang.
- <sup>7</sup> A HEISENBERG-féle határozatlansági reláció a kvantummechanika egy elve, amely kimondja, hogy nem tudjuk egy részecske bizonyos megfigyelhető változóit egyszerre tetszőleges pontossággal megmérni azonos pillanatban.
- <sup>8</sup> Az MIT, avagy a Massachusetts Institute of Technology Architecture Machine Group (Építészeti) központja a nyolcvanas évektől Media Lab néven működik.
- <sup>9</sup> A komplexitás (összetettség) ellentéte az egyszerűségnek. A komplex a plex kifejezésből származik, amelynek magyar megfelelője a szőni, fonni. Komplex rendszerek elemeiből egy új egység jön létre, amelyek önálló struktúrát alkotnak.
- <sup>10</sup> Egy mozgó inga esetében a fázistér az inga helyének és sebességének egyesített tere. E térben (az inga esetében síkban) az inga állapotai egy ellipszis-ív mentén helyezkednek el. Ha az inga sebessége lassul, ez az ellipszis egy spirálformává alakul, amelynek a közepe az inga nyugalmi állapotának felel meg.
- <sup>11</sup> Az egyszerű attraktor egy pont felé tart, mint a 10. jegyzet-hivatkozásban említett inga. A különös attraktor ezzel szemben sohasem ismétli önmagát és nem ér fix ponthoz sem. Egy végtelen hosszú vonal (amely nem metszi magát), véges területen.
- <sup>12</sup> A Cybernetic Serendipity volt az első, nagyobb nyilvánosság előtt megrendezett számítógépes művészeti kiállítás. A kurátor, JASIA REICHARDT három szekcióból építkezett. Számítógéppel generált munkák, kibernetikus eszközök: robotok, rajzológépek, valamint gépek, amelyek a számítógép használatát, illetve a kibernetika történetét demonstrálják. A kiállítás anyagi kereteinek biztosításához nagy cégeket hívtak meg, a résztvevők között szerepelt többek között NAM JUNE PAIK, JEAN TINQUELY képzőművészek, CSURI KÁROLY számítógépes művész, illetve JOHN CAGE és IANNIS XENAKIS avantgárd zeneszerzők.
- <sup>13</sup> 1998-ban a Google-t két szakadt kaliforniai diák, LARRY PAGE és SERGEY BRINN alkotta, akik egy újszerű keresőmotort akartak létrehozni. 2004-re a Google hárommilliárd dolláros forgalom mellett négyszázmillió dolláros nyereséget produkált, ami háromszorosa volt a 2003-as nyereségnek.
- <sup>14</sup> A PageRank (a Google keresőmotorja) az informatikában egy olyan algoritmus, amely hiperlinkekkel összekötött dokumentumokhoz számokat rendel azoknak a hiperlinkhálózatban betöltött szerepe alapján.

## Irodalom

- BULLIVANT, LUCY: Responsive Environments: Architecture, Art and Design. V&A Publications, London, 2006
- BIRD, JON; LAYZELL, PAUL; WEBSTER, ANDY: Towards Epistemically Autonomous Robots: Exploiting the Potential of Physical Systems. In: *Leonardo*, Vol. 36, No. 2, the MIT press, Cambridge, 2003
- CAPRA, FRITJOF: The Web of Life. Flamingo, London, 1997
- FRAZER, JOHN: An Evolutionary Architecture. Nature as a basis for design.
- HAQUE, USMAN: The Architectural Relevance of Gordon Pask. In: *Architectural Design Magazine*, Vol. 77, No. 4, London, 2007
- HAQUE, USMAN: Architecture, Interaction, Systems. In: *Arquitetura & Urbanismo*, AU 149. Brazil, 2006
- HOFSTADTER, R. DOUGLAS: Gödel, Escher, Bach. Typotex, Budapest, 1998
- HUWS, URSULA: Nature, Technology and Art: The Emergence of a New Relationship? In: *Leonardo*, Vol. 33, No. 1, the MIT press, Cambridge, 2000
- POLLACK, B. JORDAN; HORNBY, S. GREGORY; LIPSON, HOD és PABLO, FUNES: Computer Creativity in the Automatic Design of Robots. In: *Leonardo*, Vol. 36, No. 2, the MIT press, Cambridge, 2003
- SCOTT, BERNARD: Gordon Pask's Conversation Theory: A Domain Independent Constructivist Model of Human Knowing. In: *Foundations of Science*, Vol.6, No. 4, Brüsszel, 2001

## Online források

- DAVIS, ROB: Evolving Sonic Environments. <http://homepages.gold.ac.uk/rdavis/index.php?c=102>
- GRACIE, ANDY: Tightening the Loop: From Machine-Nature Communication Towards Symbiosis. [http://www.hostprods.net/rsc/Tightening\\_Loop.pdf](http://www.hostprods.net/rsc/Tightening_Loop.pdf)
- MACGREGOR, BRENDI: Cybernetic Serendipity Revisited. Thesis Paper, School of Visual Communication, Edinburgh College of Art, 2006. <http://accad.osu.edu/~waynec/history/PDFs/cyberserendipity.pdf>
- MANOVICH, LEV: Augmented Space, 2002 <http://www.manovich.net>
- Media Art Net. <http://www.medienkunstnetz.de>
- SOMLAI-FISCHER ÁDÁM SZABOLCS: Az építészet szilánkjai, és az instabilitás nyugalma. Re:orient projekt, 2006 [http://www.aether.hu/reorient/research\\_text\\_somlaifischer\\_hu.html](http://www.aether.hu/reorient/research_text_somlaifischer_hu.html)
- Processing. <http://www.processing.org>
- Wikipedia, online enciklopédia. <http://www.wikipedia.org>
- Wolfram Online Matematikai Enciklopédia. <http://mathworld.wolfram.com>

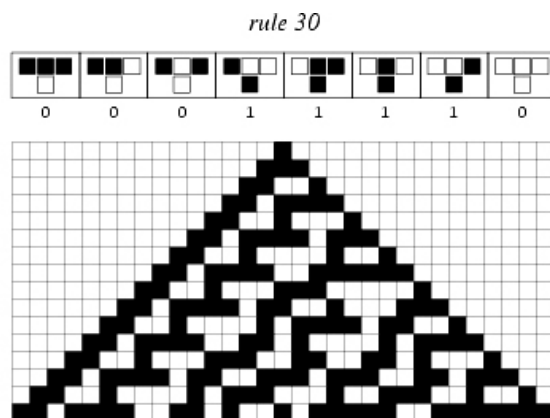
## Képek forrása

1. ábra: <http://haque.co.uk/evolvingsonicenvironment.php>
2. ábra: <http://secamlocal.ex.ac.uk/people/staff/mph204/lorenz.gif>
3. ábra: <http://www.armyofclerks.net>
4. ábra: *Architectural Design Magazine*, Vol. 77, No. 4, London, 2007
5. ábra: <http://www.medienkunstnetz.de/works/colloquy-of-mobiles/>
6. ábra: [http://mathworld.wolfram.com/images/eps-gif/ElementaryCARule030\\_700.gif](http://mathworld.wolfram.com/images/eps-gif/ElementaryCARule030_700.gif)

## Függelék

A celluláris automatáknak számos variánsuk született a múlt században. JOHN HORTON CONWAY 1970-ben alkottott, *Game of Life* (Életjáték) szimulációja, CHRIS LANGTON 1986-ban alkottott „hangyaszimulációja”, illetve STEPHEN WOLFRAM egy dimenziós automatája (az első kettő példa két dimenziós) egyaránt különböző automata verziók.

A dolgozatban vázolt elméletek gyakorlati illusztrálása képpen röviden bemutatnám ez utóbbi, egy dimenziós változatot, amely egyszerűségéből fakadóan talán a legszemléletesebb. Az egy dimenzió azt jelenti, hogy a rendszer összesen egy sorból áll. A benne elhelyezkedő celláknak így összesen két-két szomszédja van, és a szabályok ezekre a szomszédokra vonatkoznak. A szimulációt úgy lehet a legjobban szemléltetni, ha az egymás után generált sorokat egymás alá rendezzük, ezáltal az időben kiterjedt ábrát kapunk, ahol az idő haladása fentről lefelé követhető.

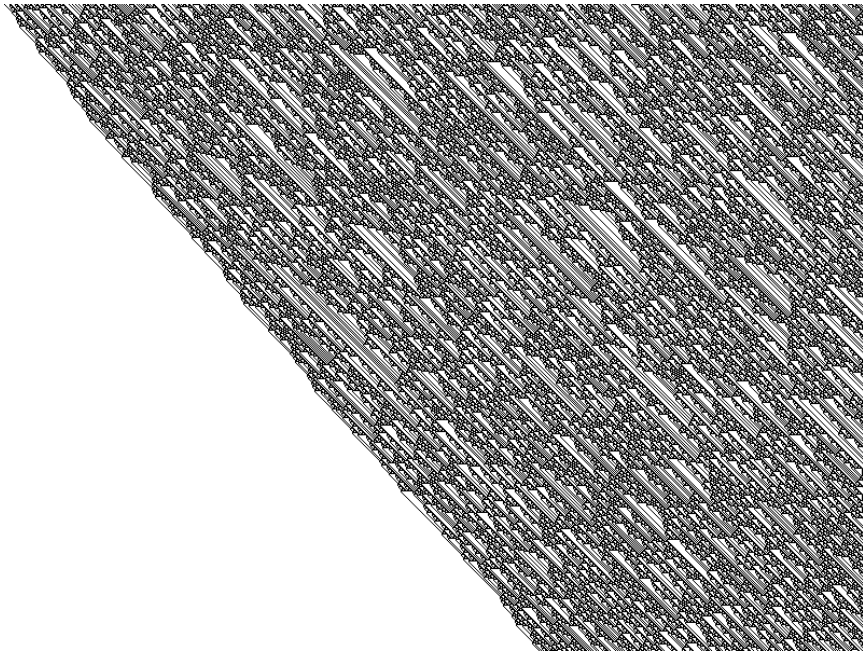
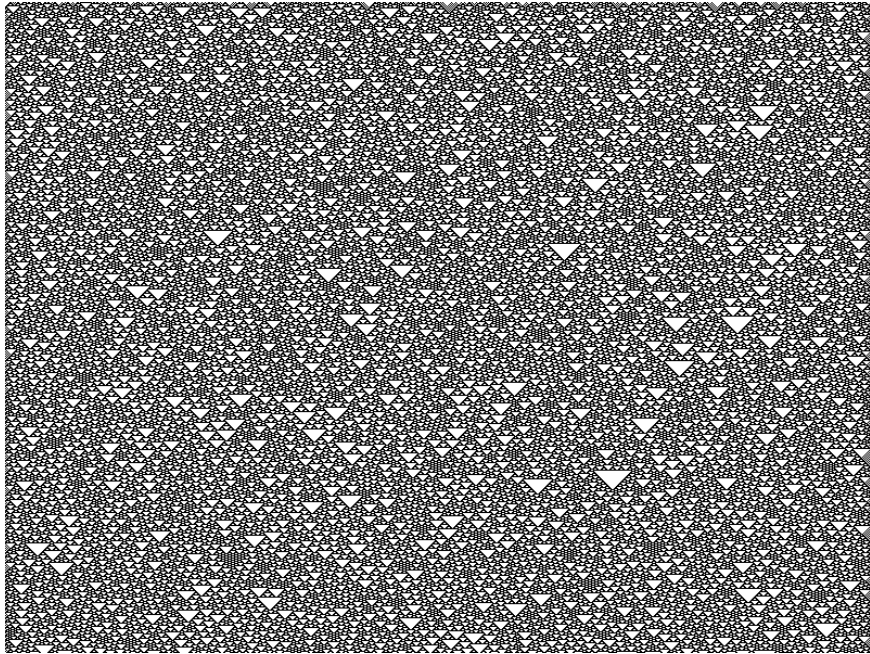


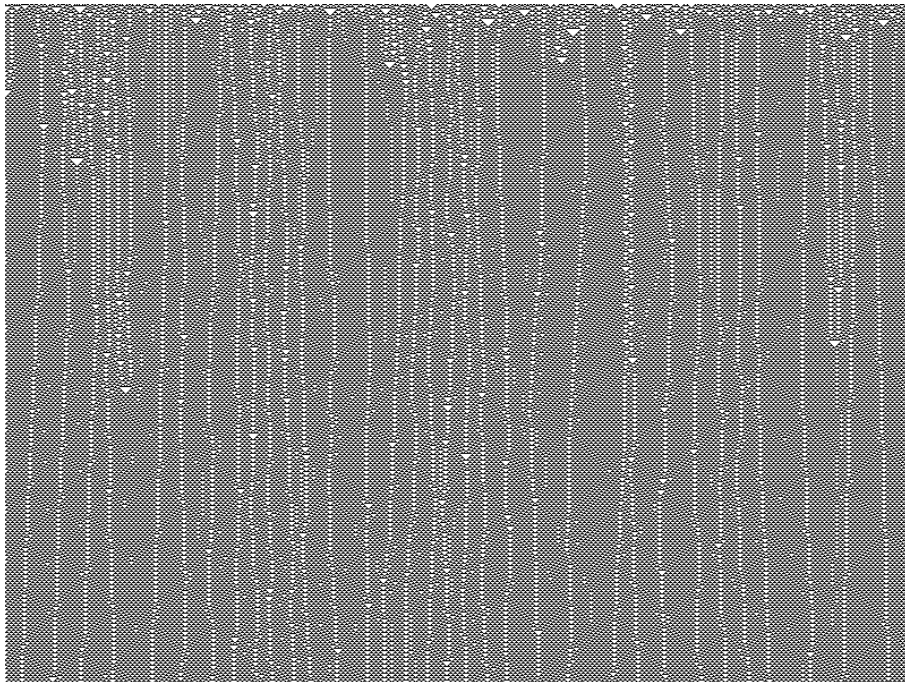
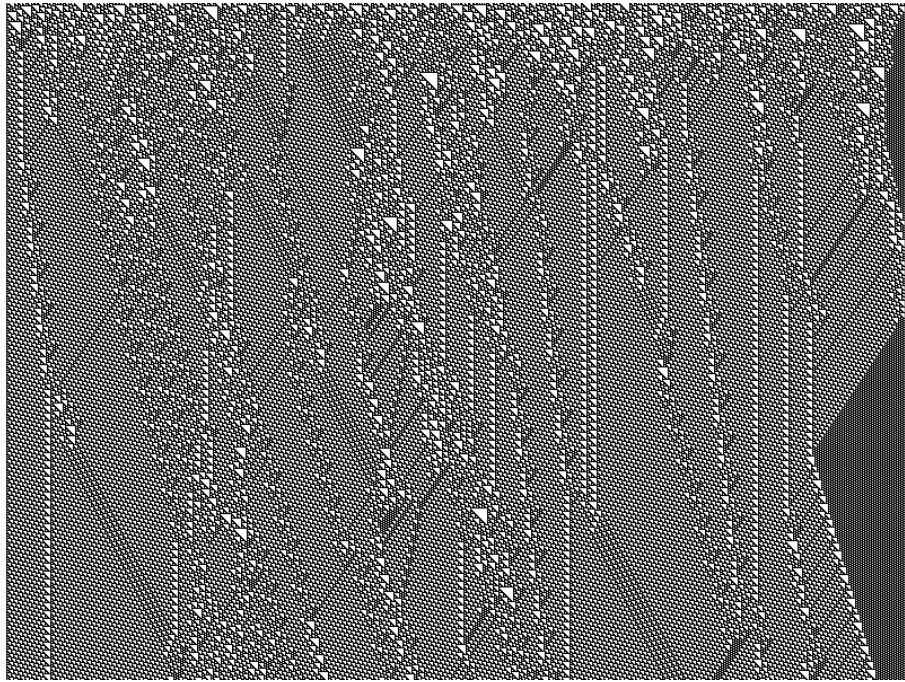
6. ábra: a 00011110 szabály alkalmazása (rule 30: a harminc binárisan 00011110) a kiindulásnál csak egy élő cella van, a sor közepén)

A 6. ábra egy illusztráció a szabályok alkalmazására. A következő lapokon található példákhoz egy saját kódot készítettem, így szabadon kísérletezhettem a szabályok paramétereinek variálásával. Az első sor mindig egy véletlen populációval indul, a többi generációt a szabályokat alakítják.

A kísérlet első két fázisában a kezdeti szabályt csak egy bit-tel változtatom, a kezdeti, 01011010 szimmetrikus szabály utáni lépés a 01111010 lesz. Így jobban érzékelhető az apró, elhanyagolhatónak tűnő elemek súlya. A másik két kép két szubjektíven kiválasztott példány, ahol megfigyelhető, hogy összetettebb, ismétlődő formák (önhasonló háromszögek) valamint zajszerű rendezetlenség egyaránt kialakulhatnak.

A forráskódot a képek után közlöm, Java nyelvben. A kód fordításához, alkalmazásához szükséges a Processing, nyílt forráskódú, ingyenes Java-környezet. (<http://www.processing.org>)





```

//1 dimenziós celluláris automata

CA ca;

void setup() {
  size(800, 600);
  frameRate(60);
  background(255);
  int[] ruleset = {0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0};
  ca = new CA(ruleset);
}

void draw() {
  ca.render();
  ca.generate();
}

//CA class (külön file-ba: CA.pde):

class CA {
  int[] cells;
  int generation;
  int scl;
  int[] rules;

  CA(int[] r) {
    rules = r;
    scl = 1;
    cells = new int[width/scl];
    restart();
  }

  CA() {
    scl = 1;
    cells = new int[width/scl];
    restart();
  }

  void setRules(int[] r) {
    rules = r;
  }

  void restart() {
    for (int i = 0; i < cells.length; i++) {
      cells[i] = int(random(2)); //randomize first generation
    }
    generation = 0;
  }

  void generate() {
    int[] nextgen = new int[cells.length];
    for (int i = 1; i < cells.length-1; i++) {
      int left = cells[i-1];
      int me = cells[i];
      int right = cells[i+1];
      nextgen[i] = rules(left,me,right);
    }
    cells = (int[]) nextgen.clone();
    generation++;
  }

  void render() {
    for (int i = 0; i < cells.length; i++) {
      if (cells[i] == 1) fill(0);
      else fill(255);
      noStroke();
      rect(i*scl,generation*scl,scl,scl);
    }
  }
}

```



```
int rules(int a, int b, int c) {
    if (a == 1 && b == 1 && c == 1) return rules[0];
    if (a == 1 && b == 1 && c == 0) return rules[1];
    if (a == 1 && b == 0 && c == 1) return rules[2];
    if (a == 1 && b == 0 && c == 0) return rules[3];
    if (a == 0 && b == 1 && c == 1) return rules[4];
    if (a == 0 && b == 1 && c == 0) return rules[5];
    if (a == 0 && b == 0 && c == 1) return rules[6];
    if (a == 0 && b == 0 && c == 0) return rules[7];
    return 0;
}

boolean finished() {
    if (generation > height/scl) {
        return true;
    } else {
        return false;
    }
}
}
```