

Robert O. Doyle: "Kosminen luominen" (Cosmic Creation)

Robert O. Doyle
Astronomian professori,
Harvard University

Suomentanut
Kullervo Rainio
Emer. prof.,
Helsingin yliopisto

Robert O. Doyle, PhD (1968), on Harvardin yliopiston teoreettisen astrofysiikan professori ja työskentelee The Astronomy Department of Harvard University:ssa. Hän on julkaissut mm. huomiota herättäneen teoksen "Free Will; The Scandal in Philosophy" (2011) ja kirjoittanut useita artikkeleita informaatiofilosofian eri alueilta (ks. <http://informationphilosopher.com>).

Informaatiofilosofia (oikeastaan informaatiofysiikka) on nyt tunnistanut välttämättömät vaiheet minkä tahansa uuden informaatorakenteen ilmenemiselle universumissa. Tähän kuuluu aineen ensimmäinen ilmaantuminen – alkeishiukkaset kuten kvarkit, protonit, neutronit ja elektronit. Siihen kuuluvat myös ensimmäiset atomit ja molekyylit (jotka eivät ilmaantuneet ennen kuin vähintään 380.000 vuotta universumin alun jälkeen).

Lopuksi, nuo samanlaiset vaiheet käymme läpi mielessämme luodessamme jonkin uuden idean! Informaatiofilosofia kertoo tarinan kosmisesta ja biologisesta evoluutiosta, joka on yksi luomisprosessi aina alun aineesta *ei-aineellisiin* tajuntoihin, jotka nyt ovat löytäneet luomisprosessin itsensä!

Ikävä todeta, kosminen luominen on kauhistuttavan tuhmailevaa. Olemassaolon tasapainotuksessa tuhoavien ja rakentavien voimien välillä ei ole kunnan kilpailua. Pimeä puoli on ylivoimainen. Mitattaessa kvantitatiivisilla fysikaalisilla mittareilla aineen ja energian määrää todetaan maailmankaikkeudessa paljon enemmän kaaosta kuin (järjestynyttä) kosmosta. Mutta kosmos on se, jota me pidämme suuressa arvossa.

Informaatiofilosofia keskittyy universumin kvalitatiivisesti arvokkaihin informaatorakenteisiin. Tuhoavat voimat ovat entrooppisia; ne lisäävät entropiaa ja epäjärjestystä. Rakentavat voimat ovat anti-entrooppisia. Ne lisäävät järjestystä ja informaatiota. Nimeämme ne *ergodisiksi*.

Informaatiolla tarkoitamme kvantiteettia, joka voidaan ymmärtää matemaattisesti ja fysikaalisesti. Se vastaa yleistä käsitystä informaatiosta kommunikaatio- ja tiedonantovälineenä. Se vastaa myös sitä informaatiota, jota säilytämme kirjoissa ja tietokoneissa. Mutta se mittaa myöskin minkä tahansa fysikaalisen kohteen informaatiota – kuten kiven tai lumihitaleen, kuten resepti tai kaava tuotantoprosessissa ja kuten biologisten systeemien informaatio, mukaan luettuna solun ja elinten orgaaniset rakenteet ja geneettinen koodi.

Informaatio on matemaattisesti yhdistettävissä epäjärjestyksen mittaan, joka tunnetaan termodynamiikan kvantiteettina nimellä "entropia". Ludwig Boltzmann johti kuuluisan kaavan $S = k \log W$, jossa S on entropia ja W on todennäköisyys – kuinka monella tavalla sisäiset komponentit (systeemin aine- ja energiapartikkelit) voidaan järjestää ja silti säilyttää sama systeemi. Siten informaatio on yhdistettävissä *todennäköisyyteen ja mahdollisuuksiin*.

Informaatio, jota tarkoitamme, on läheisessä yhteydessä "negatiiviseen entropiaan" fysikaalisen systeemin poikkeamiseen pelkästä kaaoksesta, "termodynaamisesta tasapainotilasta".

"Negatiivinen entropia" on yksinkertaisesti erotus *maksimaalisen mahdollisen entropian* (jolloin fysikaalisen systeemin kaikki hiukkaset ovat maksimaalisessa epäjärjestyksen tilassa ja jossa ei ole näkyvää rakennetta) ja *aktuaalisen entropian* välillä.

Termodynaamisessa tasapainotilassa on ainoastaan mikroskooppisten perushiukkasten liikettä ("liikettä, jota kutsumme lämmöksi"). Makroskooppisten rakenteiden, kuten tähtien ja planeettojen, olemassaolo ja niiden liike on poikkeamista termodynaamisesta tasapainotilasta. Ja tätä poikkeamista kutsumme "negatiiviseksi entropiaksi".

Termodynamiikan toinen laki sanoo, että suljetun fysikaalisen systeemin entropia (epäjärjestys) kasvaa kunnes se saavuttaa maksimin, termodynaamisen tasapainotilan. Se vaatii, että maailmankaikkeuden entropia on nyt ja on aina ollut kasvava.

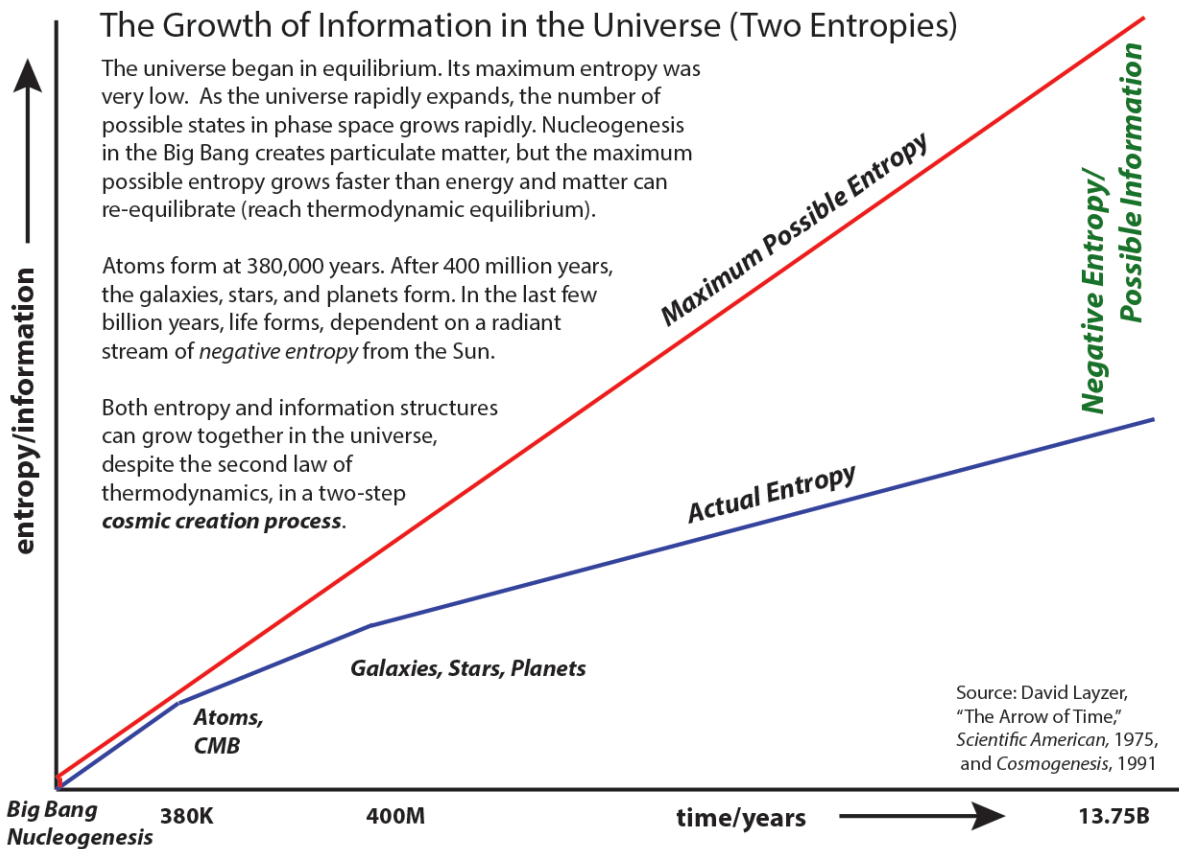
Entropian kasvamisen kumoamaton tosiasia johti monet tiedemiehet ja filosofit otaksumaan, että meidän universumimme on "valumassa tyhjiin" kohti "lämpökuolemaa". Heidän ajatustensa mukaan se merkitsee, että maailmankaikkeus alkoi hyvin korkean informaation tilassa, koska (termodynamiikan) toinen laki vaatii, että jokainen organisaatio tai järjestys on taipuvainen hajoamiseen. Se informaatio, joka on nykyhetkellä jäljellä, on heidän näkemyksensä mukaan ollut aina. Ei mitään uutta auringon alla.

Mutta universumi ei ole *suljettu* systeemi. Se on dynaamisessa laajenemisen tilassa, joka liikkuu pois termodynaamisesta tasapainotilasta nopeammin kuin entrooppiset prosessit kykenevät etenemään. Maksimaalinen mahdollinen entropia kasvaa paljon nopeammin kuin aktuaalinen entropia lisääntyy. Maksimaalisen mahdollisen entropian ja aktuaalisen entropian erotus on potentiaalinen informaatio, kuten David Layzer on osoittanut.

=====

Kuva 1) Informaation kasvu maailmankaikkeudessa (kaksi entropiaa)

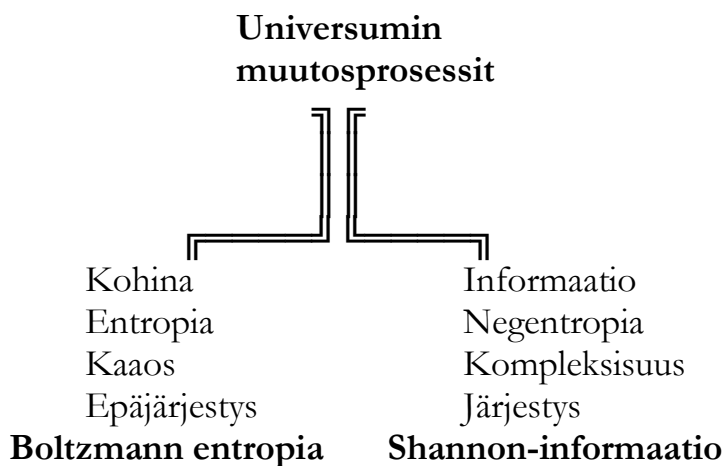
Kuvateksti suomennettuna: "Maailmankaikkeuden alussa vallitsi tasapaino. Sen maksimaalinen entropia oli hyvin matala. Kun kaikkeus äkkiä laajeni, mahdollisten tilojen määrä kasvoi nopeasti. Big-Bangissä nukleogenesis luo hiukkas-ainetta, mutta maksimaalinen mahdollinen entropia kasvaa nopeammin kuin millä nopeudella energia ja aine voivat palata tasapainoon (saavuttaa termodynaamisen tasapainon). – Atomit muodostuvat 380.000 vuodessa. 400 miljoonan vuoden jälkeen saavat muotonsa galaksit, tähdet ja planeetat. Viimeisten muutaman miljardin vuoden aikana muodostuu elämää – riippuen Auringon negentrooppisesta säteilyvirtauksesta. – Sekä entropia että entropia-rakenteet voivat kasvaa yhdessä maailmankaikkeudessa, termodynamiikan toisesta laista huolimatta, kahden-askeleen **kosmisessa luomisprosessissa.**" – (Vaihtoehtoisista nimityksistä "Negative Entropy / Possible Information" on "Informaatio" parempi, aiheuttaa vähemmän sekaannuksia.)



Informaatorakenteitten synty merkitsee sitä, että osassa universumia paikallinen entropia on itse asiassa vähenemässä. Matalaentropooppisen systeemin syntyyn liittyy aina entropian säteily pois paikallisista rakenteista universumin kaukaisiin osiin, esimerkiksi yötaivaalle.

Maailmankaikkeuden laajetessa (ks. kuvaa) syntyy sekä positiivista että negatiivista entropiaa. Normaali termodynaaminen entropia tunnetaan Boltzmannin entropian nimellä. Negatiivinen entropia, jota usein kutsutaan Shannon-entropiaksi, on kehittyvän universumin informaatioisällön mitta.

Kuva 2)



Huomautus: Olen lisännyt tekstin “Universumin muutosprosessit” ja muuttanut virhetulkintojen välttämiseksi Doylen termin ”Shannon entropia” tilalle ”Shannon-informaatio”, sillä sitä Doyle artikkelitekstissään selvästi tarkoittaa: ”*The negative entropy, often called the Shannon Entropy, is a measure of the information content in the evolving universe.*” K.R.

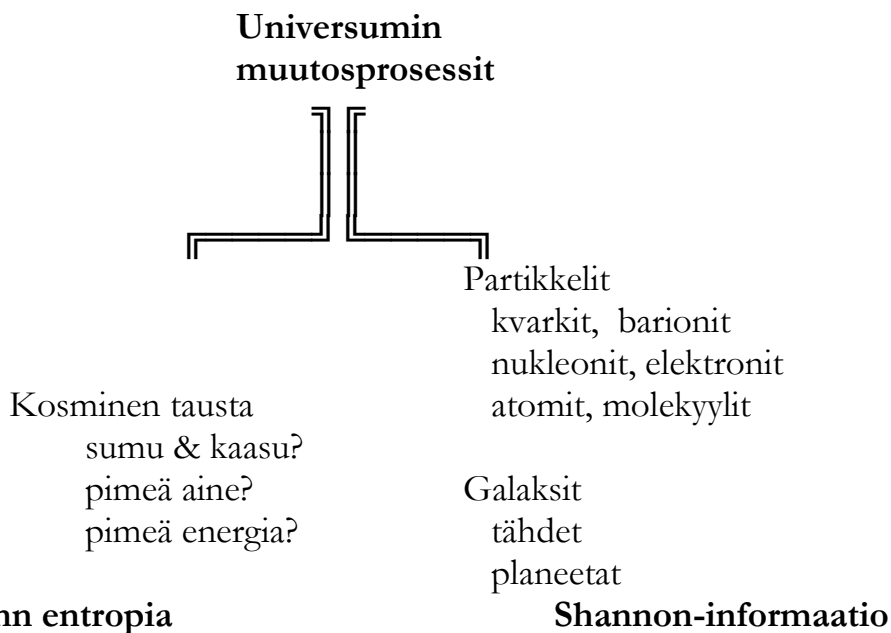
=====

Entropia ja informaatio voivat näin ollen samanaikaisesti kasvaa laajenevassa universumissa. Yleisesti tarkastellen on kahdenlaista entropia/informaatio –virtausta. Jokaisessa prosessissa positiivisen entropian lisäys on vähintään sama kuin minkä tahansa siinä syntyneen informaatorakenteen negatiivinen entropia – ja yleensä montakin suuruusluokkaa suurempi. Positiivisen entropian tulee ylittää negatiivinen; sitä vaatii termodynamiikan toinen laki, joka sanoo, että kokonaisentropia lisääntyy aina.

Aineelliset hiukkaset ovat ensimmäisiä informaatorakenteita, jotka muotoavat universumia. Ne ovat kvarkkeja, baryoneja ja atomytimiä, jotka yhdessä elektronien kanssa muodostavat atomeja ja edelleen molekyyliä, jos lämpötila on kyllin matala. Näitä ainepartikkeleita vetää yhteen universaalinen gravitaatio, jolloin muodostuu galaksien, tähtien ja planeettojen jättimäisiä informaatorakenteita.

=====

Kuva 3)

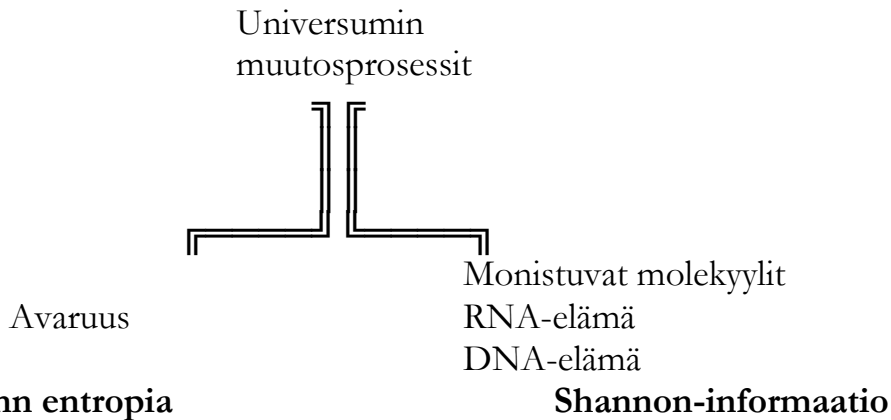


Sekä mikroskooppiset kvanttimekaaniset partikkelit että valtavat sisäisen vetovoiman ylläpitämät systeemit ovat stabiileja ja äärimmäisen pitkäikäisiä.

Kun tähdet muodostuvat, niistä tulee säteilyn toinen lähde sen alkuperäisen kosmisen Big Bang – lähteen jälkeen, joka on kylmentynyt 3 Kelvin-asteeseen (3K) ja säteilee kosmisena mikroaaltotaustaradiaationa.

Aurinkosäteilyämme värilämpötila on korkea (5780 Kelvin-astetta eli noin 5500 C⁰), mutta energiasisältö-lämpötila matala (273K eli 0 C⁰). Se ei ole tasapainossa ja se on alkusyy kaikelle maapallolla informaatiota tuottavalle negatiiviselle entropialle, joka aiheuttaa biologista evoluutiota.

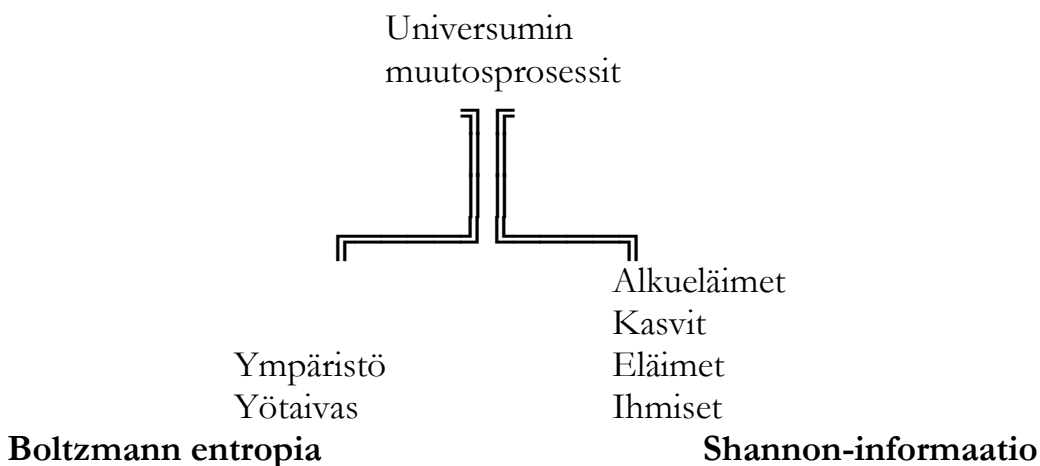
=====
Kuva 4)



Huomattakoon, että se osa Auringon valosta, joka lankeaa Maahan, on vähemmän kuin miljardisosa siitä, joka kulkee ohi ja katoaa avaruuteen.

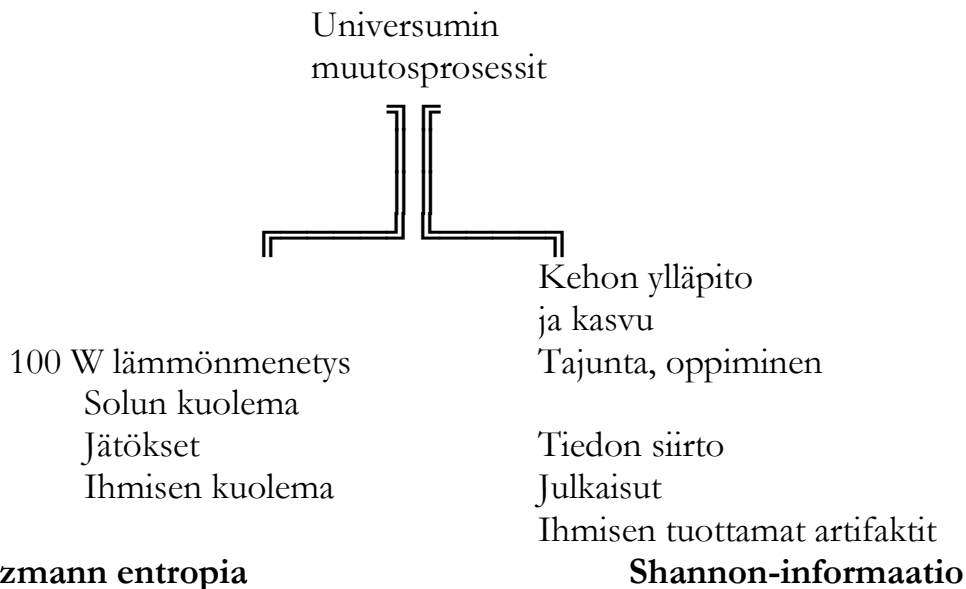
Vähäinen osa siitä aurinkoenergiasta, joka lankeaa maahan, muuntuu kasvien ja eläinten informaatorakenteiksi. Suurin osa siitä muuntuu lämmöksi ja säteilee pois yötaivaalle hukattuna energiana.

=====
Kuva 5)



Jokainen biologinen rakenne on kvanttimekaaninen rakenne. DNA on säilyttänyt stabiilin informaatorakenteensa (jälleen kiitos kvanttirakenteitten tavattoman pysyvyyden) yli vuosimiljardien kaaoksen ja häiriöiden jatkuvasta läsnäolosta huolimatta.

Kuva 6)



Ihmisen stabiili informaatio sisältö säilyy, vaikka kehossa oleva aine vaihtuu elämän aikana moneen kertaan. Ainoastaan kuolemassa mentaalinen informaatio (henki, sielu) hajoaa – ellei se tule säilytetyksi jossakin.

Elävän ihmisen koko mentaalisen informaation määrä on monta kertaluokkaa pienempi kuin kehon informaatio sisältö ja informaatioprosessien osuus. Mutta ihmisten kehittämät kehon ulkopuoliset informaatorakenteet, jotka esiintyvät ulkopuolisen tietämyksen muodossa, mukaan luettuna ihmisen artifaktien suunnaton kokoelma (jota nimitämme ”Summaks”), kilpailevat biologisen informaation koko määrän kanssa.

Informaatio kasvaa ja
me olemme maailmankaikkeuden myötäluoja

Informaatorakenteiden luomisen johdosta meidän päivinämme universumissa on enemmän informaatiota kuin koskaan. Tämä lisääntyvän informaation tosiasia sopii hyvin ajatukseen *determinoitumattomasta* universumista, joka edelleen luo itseään. Tässä universumissa muotoutuu edelleen tähtiä, biologiset systeemit tuottavat uusia lajeja ja älykkäät ihmisolennot ovat myötäluoja siinä maailmassa, jossa elämme.

Kaikki tämä luominen on seurausta yhdestä perimmäisestä prosessista, joka luo kaiken informaation. Se on yhdistelmä kahdesta erillisestä fysikaalisesta prosessista, joista toinen on kvanttimekaaninen ja toinen termodynaaminen. Tämän sisimmän luovan prosessin ymmärtäminen on niin lähellä meitä kuin olemme taipuvaisia ymmärtämään ideaa kaikkeuden antropomorfisesta luojasta, yhä läsnäolevasta pyhästä Sallimuksesta, kaiken *hyvän* ja *pahan* kosmisesta lähteestä.

Kaikki, mitä on luotu universumin alusta lähtien, yli 13 miljardia vuotta sitten, on tuotettu vain kahdella fundamentaalisella fysikaalisella prosessilla, jotka yhdessä muodostavat kaiken luovan prosessin ytimen. Nämä kaksi vaihetta tapahtuvat aina, kun yksikin informaatiobitti on tuotettu ja ilmaantuu kaikkeuteen.

Vaihe 1: Kvanttiprosessi – "aaltofunktion romahdus".

Jopa yhden informaatiobitin muotoutuminen, bitin, jota ei aikaisemmin ollut olemassa, vaatii sitä vastaavan "mittauksen". Tällä "mittauksella" ei ole "mittaajaa", kokeensuorittajaa tai havainnontekijää. Se tapahtuu, kun *probabilistinen* aaltofunktio, joka kuvaa mittaamisen *mahdollisia* tuloksia eli outcomeja, "romahtaa" ja aine- tai energiahiukkanen ilmaantuu *aktuaalisesti* jossakin.

Vaihe 2: Termodynaaminen prosessi – entropian paikallinen väheneminen, mutta kosminen lisääntyminen.

Termodynamiikan toinen laki vaatii, että kosminen kokonaisentropia lisääntyy aina. Kun uutta informaatiota on syntynyt paikallisesti vaiheessa 1, jonkin määrän energiaa (ja siinä suurempi määrä positiivista entropiaa kuin uuden informaation tuoma negatiivinen entropia) on siirryttävä pois uusien bittien sijaintikohdasta tai sen täytyy hävitä, jotta paikallinen termodynaaminen tasapaino säilyisi. Tämä voi tapahtua vain sellaisessa sijaintikohdassa, jossa matalaentrooppisen aineen tai energian läpivirtaus pitää tilanteen kaukana tasapainosta.

Tämä kaksivaiheinen sisin luova prosessi on perustana sellaisten mikroskooppisten objektien kuten atomien ja molekyylien muotoutumisessa, samoin kuin makroskooppisten objektien, galaksien, tähtien ja planeettojen.

Teleonomisen (tarkoitushakuisen) informaation emergenssi (ilmaantuminen uudessa muodossa) itseäänkopioiduissa systeemeissä on sama perusprosessi, joka on aina pohjana kaiken biologisen synnyssä. Mutta niissä jotkut *sattumanvaraiset* informaatorakenteiden muutokset tulevat luonnonvalinnan tietä hylätyiksi, kun sensijaan toiset lisääntyvät menestyksellisesti.

Lopuksi, itsestään tietoisten organismien emergentin ilmaantumisen mukana ja kun biologisesta-ulkopuolisen informaation varastoiminen ympäristöön saa alkunsa, tuo sama sisin informaation tuottamisen prosessi on perustana *kommunikaatiolle, tietoisuudelle, vapaalle tahdolle ja luovuudelle*.

Huomautus: Mitä Doyle tarkoittaa käsitteellä "biologisesta-ulkopuolinen informaatio" ("extra-biological information"), jää epäselväksi. Lähimpänä on ajatus ihmisen tuottamista artefakteista, kuten rakennuksista, veistoksista, sävellyksistä, kirjallisuudesta, jotka ovat fyysisiä esiintymiä, mutta tulkittuina viestivät (semanttista) informaatiota.

Monet filosofit ovat tarkastelleet maailmankaikkeutta Newtonin mekaniikan näkökulman mukaisesti ja tulleet siihen johtopäätökseen, että se on yhdentekevä ihmiskunnalle. 1800-luvun näkemys lämpökuolemasta universumin päätepisteenä johti aivan erityisen pessimistiseen kuvaan.

Informaatiofilosofia tarjoaa paljon optimistisemmän näkemyksen. Se tukee kuvaa Kaitselmuksen ohjaamasta universumista. Meidän "ergodiset" informaatiota luovat prosessimme ovat kaiken arvokkaan lähde maailmankaikkeudessa.

Kirjallisuutta:

Doyle, Robert (2011): Cosmic Creation. (Artikkeli internetissä osoitteessa <http://www.informationphilosophers.com> tai Google-haulla: Doyle Creation.)