

A "szép" fogalmának bio-informatikai megközelítése

Greguss Pál

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Gépgyártástechnológia Tanszék

1111 Budapest, Egry József u. 1, E ép. III. 13.

e-mail: greguss@manuf.bme.hu

Bevezetés

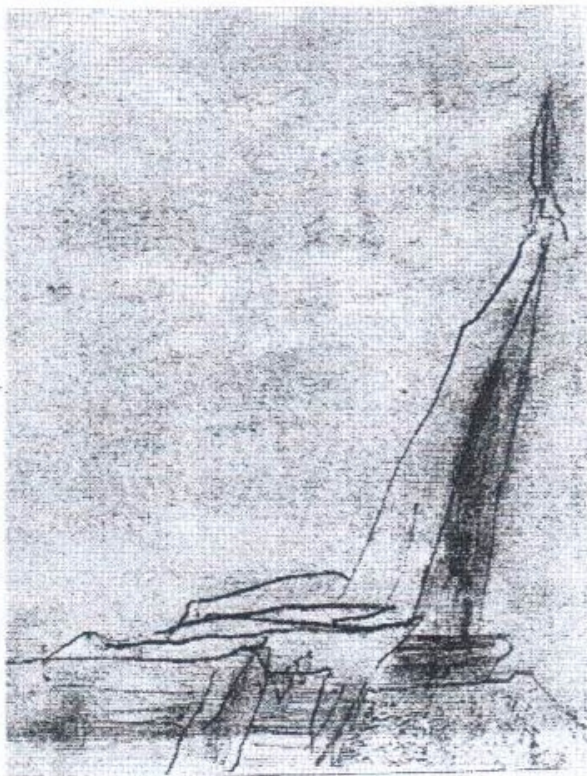
Az ember az Univerzumhoz, az őt körülvevő világhoz való viszonyának kifejezésére, megértésére kétféle tevékenységet alakított ki: egy ok-okozat leíró, és egy művészi-esztétikait. E két leírási forma között egészen a XVIII. század elejéig nem alakult ki számottevő ellentét. Csak a reneszánszot követően távolodott el egymástól ez a két kifejezési mód annyira, hogy az egyik irány művelői szinte lenézték a másikat, a "tudós" a "művészt", és fordítva.

Ennek okát kutatva egyik lehetséges magyarázat abban keresendő, hogy a "szép" fogalmát a művészet, az esztétika szinte kizáróan az elektromágneses hullámok, a fény által közvetített jelminták feldolgozásával, értelmezésével hozza kapcsolatba, hozzátevé, hogy a jelminták feldolgozását leíró törvények az "esztétikai állandók" koronként és közösségenként változhatnak, és változnak is. Ebből adódóan pedig többen úgy vélik, hogy a természettudományos gondolkodás megkívánta pontossággal az esztétika törvényszerűségei nem ismerhetők meg, és mindazok a próbálkozások, amelyek a műalkotásokból sugárzó esztétikai, érzelmi hatásokat matematikai eszközökkel kívánják leírni, legfeljebb formálisak

lehetnek. Semmiképpen sem adhatják meg a művészet lényegét.

Más szavakkal: nemigen lehet egy művet alkotó, és a művet szemlélő, azt szépnek vagy nem-szépnek tartó, azt szerető vagy elutasító ember biológiai felépítésével kapcsolatba hozni. Ugyanakkor azonban, ha pl. a művész szintévesztő, én, a nem szintévesztő az ő alkotását még szépnek tarthatom, sőt szerethetem is. -

Jelen tanulmány célja arra rámutatni, hogy minden látszat ellenére nem egyedül a fény, sőt számos esetben nem a fény által hordozott jelminták váltják ki az esztétikainak mondott hatást, és feltételeznek olyan érzelmeket, amiket a szép kategóriájába szokás sorolni, hanem más, bio-informatikai alapon megközelíthető tényezők. Mielőtt azonban a hogyan egyik lehetséges funkcionális, nem morfológiai modelljét leírnám, egy fekete-fehér grafikát mutatok meg.



**Én azt mondom,
nem a szem függvénye a látás,
csak a szemléleté** (Tóth László: A vak tárlatvezető)

Az itt bemutatott, eredetileg 22x35 cm méretű grafika az Oroszország fővárosában, a Moszkva parkban látható monumentális Szputnyik emlékművet ábrázolja. A vonalak vezetése olyan, hogy könnyen gyermekrajznak gondolnánk, pedig alkotója, Kosztyucsek, felnőtt, csupán éppen *született* vak. Soha nem látta az emlékművet, csak annak kicsinyített mását, modelljét foghatta a kezében, és így letapogatva alkotta meg ezt a rajzot. Ez azt jelenti, hogy a környezetéről, egy tapintással, izomtónussal érzékelhető, valódinak mondott *fizikai* térről agyában, valahol ott, ahol az érzékelés történik, az *agyban*, más, nem elektromágneses hullámok által közvetített jelmintákból hasonló *érzet* alakult ki és rögzítődött rajzában, mint fényközvetítette jelminták esetében egy látó embernél.

Általánosan elfogadott felfogás szerint a háromdimenziós fizikai tér látványélménye a tárgypontról szóródó, a retinára mint kétdimenziós felületre vetítődő ún. *optikai imprint* feldolgozásának az eredménye. Ez igaz is, de csak olyan mértékig, míg csak *vetületekről*, időhöz nem kötődő geometriai mennyiségekről van szó, és a háromdimenziós teret meghatározó, jellegét megadó "mélységi" információktól eltekintünk.

Azon folyamat megértését, amely a valódi térlátás élményéhez vezet, megnehezíti az a tény, hogy hasonlóan más fényérzékelőkhöz, a retina is ún. *négyzetes érzékelő*, vagyis csupán az optikai mintát hordozó hullámok *intenzitására* érzékeny. Így az imprint feldolgozásához már nem áll rendelkezésére a teret meghatározó adatok azon része, amely a jelminták amplitúdójának előjelével kapcsolatos, s egyben azok az információk is teljesen elvesznek, amelyek arra utalhatnának, hogy milyen irányból érkezett az optikai jelminta a retinára. "Informatikusabban" szólva, sérül az idő/tér és a frekvencia szimmetriája.

Gábor Dénes 1946-ban megjelent A kommunikáció elmélete c. munkája óta (1) ismeretes, hogy ahhoz, hogy a fenti problémát meg lehessen oldani, bármennyire megdöbbenően hangzik is, ismerni kellene a jövőt, ami természetesen lehetetlenségnek tűnik. Gábor tétele azonban nyitva hagyja, hogy mekkorának kell lennie a jelminta feldolgozásához szükséges "jövő" időtartamának, Szerinte ez az ún. "*releváns jövő*" elképesztően rövid időtartamra is korlátozódhat, úgyhogy ezt a releváns jövőt a jel ill. jelmintafeldolgozó programban megfelelő fogással a feldolgozás időtartamára a maga számára "megalkothatja". Gábor szerint az egyik lehetséges megoldás egy olyan program, amely a feldolgozandó jelminta egy kicsiny részét készleteti, s ezt úgy tekinti mint "jövőt", vagyis -- mint ahogy ő fogalmazza - "a jövőt a múltba küldi vissza". Ezt a trükköt használja pl. a természet is, amikor a hallás folyamatában a mechanikai hullámok által hordozott jelmintákat feldozza, kiértékeli. (2)

Alapjában véve a releváns jövő megteremtése a kulcsa a holográfiának is. Amikor ugyanis egy hologramot rögzítenek, az ún. *referenciahátter* alkotja azt a releváns jövőt, amely a hologram rekonstrukciójakor lehetővé teszi a fényhullámok analizisét egyszerre az idő/tér és a frekvencia tartományban, és így nem hagyja elveszni az idő/tér és a frekvencia szimmetriáját, azt a követelményt, amely egyedül biztosítja, hogy a fizikai tér háromdimenziós volta a fényhullámok hordozta jelek révén az agyban felismerhető legyen, annak ellenére, hogy az információt hordozó hullámok a retinán, mint négyzetes érzékelőn rögzítődnek.

A referenciahátternek mint a releváns jövő megteremtésének gondolatát biológiai szintre továbbvive eljuthatunk egy biológiai jelmintafeldolgozási modellhez, hangsúlyozva azonban, hogy itt *funkcionális*, és nem morfológiai leírásra törekszünk. E modell szerint a retina által felfogott optikai imprint által kiváltott *ingerületmintához* egy, az általános idegi tevékenységből származó, onnan kiváló ingerületminta mint referenciahátter adódik hozzá, és

így a fény által hordozott jelminták feldolgozásakor nem fog az idő/tér és frekvencia szimmetriája sérülni. Sőt, az optikai imprint ilyen jellegű feldolgozásakor nemcsak a háromdimenziós fizikai teret leíró összes adat áll rendelkezésre további feldolgozásra, "értékelésre", hanem azok komplex konjugáltjai, azaz virtuális megfelelői is. Matematikailag ez a folyamat többféleképpen írható le - Fourier transzformációval, Fresnel transzformációval, wavelet-ekkel, stb., - a lényeg a modell *önreciprocitása*, és nem az, hogy a paraméterek pl. szorzatként szerepeljenek, mint a Fourier-féle leírásnál, vagy összegként, mint a Fresnel féle megközelítéskor. Kísérletileg bizonyított tény ugyanakkor, hogy bármilyen hosszú ideig essen is egy *optikai mintázat* a retinára és válik optikai imprintté, ha a szem nem mozog, az agyi térben, ami virtuális tér, sem kép, sem térérzet nem alakul ki. A szemnek ugyanis le kell tapogatnia azt a fizikai teret, amit az ember látni akar ahhoz, hogy az agyi térben ennek a fizikai térnek megfelelő olyan érzet alakulhasson ki, amit aztán egy kétdimenziós felületen mint vetületi képet ábrázolni lehet.

Nagy hibát követünk azonban el, ha az optikai imprintet jelentő *mintázatot* és a *kép* fogalmát összekeverjük. Az utóbbi mindig az előbbinek valamilyen szemponmtól feldolgozott eredménye, pl. rajz.

Így joggal merül fel a kérdés, hogy a különböző szemszögekből származó vetületet jelentő minták közül melyiket tartjuk "helyes" információnak, ami egyik kritériuma lehet a szépérzet kialakulásának. Az én bio-informatikai modellem szerint azt a vetületi mintázatot, amely olyan optikai kódot rejt magában, mely ugyanolyan vagy hasonló szemmozgást vált ki, mint amilyenre a valóság készítené a szemet. Ilyen, tudatossá nem váló kódok létezésére utalhatnak az ún. foszfének, melyek csak becsukott szemmel, tehát a vak fényvilágának megfelelően válnak "láthatóvá" az agyi térben.(3)

Amennyiben egy rajz több ilyen kódot is tartalmaz, akkor az átlag szemlélőben zavar keletkezhet, nem tudja eldönteni, melyik optikai imprintből származó mintázat tartalmazza a helyes információt, kerüljön feldolgozásra. Ezen konfliktus miatt alakul ki a "nem szép" érzete. Különösen vonatkozik ez a képzőművészeti alkotásokra. Példaképpen Picasso két képét mutatom be: az 1938-ban készült Női portré c. rajzot és a Jaime Sabartés költőről készült grafikát.



Az átlag szemlélőben "elveszett a szeme", "hol van az orra?" és ehhez hasonló megjegyzéseket vált ki az ilyen alkotás, és mint "nem szépet" elveti, mintegy bizonyítva, hogy a szépek tartás bizonyosfokú *a priori* ismeretekhez tartozó neurális tevékenységet tételez fel. Ez egyáltalában nem meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy a központi idegrendszer 10^{10} neuronja által nyújtott jelmintafeldolgozási lehetőségéből csak másodpercenként 50 bit használható ki.

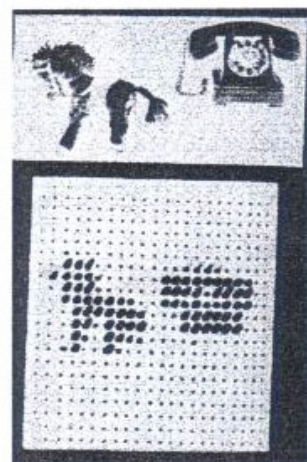
Hogy a másodpercenként 50 bit-es tudatos kimenethez a központi idegrendszer 10^{10} neuronja milyen és melyik tevékenysége kerül "releváns jövőként" feldolgozásra, igen sok hatástól függhet, így pl. az élő szervezetben a feldolgozás pillanatában lejátszódó különböző folyamatoktól, beleértve más - pl. társadalmi konvenciókból származó - információminták kiváltotta neurális tevékenységet is. Ezért nehéz az olyan kérdésre egzakt választ adni, hogy definiálható-e, és ha igen, miképp a "szép" fogalma.

Az általam kezdeményezett bio-informatikai modell szerint a látás valóban nem a szemnek - helyesebben a retinának - a függvénye, hanem a szemléletnek, vagyis azoknak az összidegi tevékenységből kivált referencia ingerületmintáknak a függvénye, amelyek az optikai imprint feldolgozásakor releváns jövőként szerepelhetnek. Hogy a térbeli látásélmény kialakítása egy ilyen, az összidegi tevékenységből eredő információminta valóban szerepet játszhat, arra utalni látszik a született vak művész itt bemutatott grafikája is, amely hasonló képet szolgáltat, mint ha egy látó rajzolta volna, annak ellenére, hogy a művésznek még emlékeinek tárházában sem lehetett optikai imprint eredetű minta.

Kézenfekvőnek tűnik a gondolat, hogy a Szputnyik emlékmű hűen lekicsinyített változatának többszöri letapogatása, kvázi pásztázása, "simogatása" révén a bőrben lévő mintegy 5×10^5 nyomásreceptor és az izommozgás szolgáltatta neurális tevékenység eredménye a művész agyi terében kialakult térzetet, amiről aztán egy kétdimenziós felületre vetítődő optikai jelminta feoldogozás után olyannak tűnik, mintha az optikai input eredménye lenne. A vak művész esetében a retina 2×10^8 fényreceptorának szerepét veszi át a nyomásreceptorok egy adott csoportja, s már a receptorok számának különbségéből is származhat a "gyerekes rajz" benyomás

Az izommozgás szolgáltatta neurális tevékenységtől viszont kialakulhatott az a releváns jövő, amely lehetővé teszi, hogy az idő/tér és frekvencia szimmetriája a feldolgozás időtartama alatt ne sérüljön. Ha ehhez még hozzávesszük, hogy az ún. látókéregben található sejteknek csupán csak 70%-a válaszol fényingerre, de ebből 48% bőringerre is, és csupán az ingerek fellépte és a válasz bekövetkezése közti időtartam, a latencia különböző, még érthetőbbé válik a vak művész csodálatosnak tűnő teljesítménye.

Ezt a feltevést igen jól alátámasztják a Collins és Bach-y-Rita (4) által elindított kísérletek, amikor is egy vak ember bőrfelületét általa mozgatott digitális video-kamera szolgáltatta mechanikai illetve elektromos impulzus mátrixszal ingerelték és ennek eredményeképpen a vak kísérleti személyben optikai képérzet alakult ki. Természetesen, ugyanúgy, inmt egy gyermeknek, neki is meg kellett tanulni "látni", különbséget kellett tudni tenni a fönt és a lent közt, a jobb és a bal közt, stb. Ez a *nem fényvel*, nem a szem segítségével történő "látás" azonban nem következett be akkor, ha a kísérleti személy nem mozgatta a kamerát, vagy valaki más tette ezt helyette. Ilyenkor ui. nincs lehetőség arra, hogy az összidegi tevékenységből kiválhasson a releváns jövő megteremtésének lehetősége.



Szép az, ami energiatakarékos?

Picasso képeivel kapcsolatban egy fél mondattal már utalás történt arra, hogy a "nem szép" érzet többek közt a rendelkezésre álló biológiai információfeldolgozási program látszólagos önellentmondásaiból alakulhat ki. Ebből viszont következik, hogy a szemlélődben egy műalkotás akkor válthat ki - jóllehet nem szükségszerűen - *szépérzetet*, ha optikai imprintjének feldolgozásához a *megszokott* neurális háttéraktivitáson, azaz képfeldolgozási programján nem kell változtatni.

Mint ismeretes, 1 bit feldolgozása 3×10^{-21} Ws-t igényel.(5) Úgy tűnik, a szemlélő neurális hálózata akkor "érzi jól" magát, ha a szóbanforgó optikai imprint feldolgozása minél kevesebb bit energiafelhasználásra volt szükség. Ez más szóval azt jelenti, hogy a szemlélő azt a műalkotást fogja szépnek tartani, amely neki a legtöbb valóságosnak tartott mozzanatot adja, és cserébe a lehető legkevesebb figyelmet, fáradságot, azaz bit-felhasználást kíván meg.. A hangsúly a *valóságosnak tartott* kifejezésen van, ugyanis az ehhez tartozó neurális tevékenységi minta - s itt ki kell emelni, hogy ez statisztikus, és nem determinisztikus, - ha nem is teljesen azonos, de szorosan rokon a *dinamikus sztereotípiáknak* nevezett gondolati és magatartási sémákkal. Ezekben belül nemcsak fogalmak neurális mintái kapcsolódnak egymáshoz, hanem pl. tanulási folyamatok, többek közt társadalmi hatások, konvenciók által kiváltottak is helyet kapnak e láncolatokban ösztönös és érzelmi tevékenységi mintáink mellett, amennyiben azokat valaha is együtt vagy egymás után éltük át, tehát nemcsak ha "logikusnak tűnő", hanem ha teljesen szubjektív kapcsolat is fűzi őket egymáshoz.

A kérdés ezek után már csak az, hogy a néző képes-e a mű szemlélésekor a látásmechanizmusában létrejövő optikai imprint szubjektív volta ellenére az imprint feldolgozásához olyan releváns jövőt (referenciahátteret) kialakítani, mint amelyet a mű alkotója használt művének megalkotásakor. Az információelmélet szerint erre akkor van lehetőség, ha a mű alkotójának és szemlélőjének optikai jelmintafeldolgozási bio-informatikai stratégiája (programja) közt sztochasztikus megfelelés van, vagyis egy külső hatás által kiváltott neurális tevékenység - a műalkotásból származó optikai minta - a szemlélő optikai jelmintafeldolgozási folyamatát szinkronizálni tudja. Ha nem, kialakul a "nem szép" érzete. Ez csak akkor változhat meg, ha a szemlélő többletenergiát fektet be a kapott optikai imprint feldolgozásába. Ez viszont nem jelent mást, mint azt a ma már általánosan elfogadott tény, hogy bármilyen műalkotás "szépnek" tartásához, - ami közeláll a "megértéséhez", - bizonyos fokú *a priori* tudás szükséges, ami vagy van, vagy nincs, de ha nincs, megszereshető. Ez azonban nyilvánvalóan energiabefektetést igényel, hiszen a műalkotás optikai imprintje ilyenkor a szokásostól eltérő jelmintafeldolgozási programot kíván, azaz új "releváns jövő" kialakítását igényli.

Zárszó

Az ismertett bio-informatikai s modellem - mint már kezdetben is hangsúlyoztam - "funkcionális", és így nem adhat választ arra, hogy a jelmintafeldolgozási stratégiák milyen morfológiai struktúrákhoz, biokémiai folyamatokhoz kötődnek vagy kötődhetnek, annak ellenére, hogy jelentek már meg e modellel összecsengő szemléletű tanulmányok, mint pl. J.G. Daugman "Térbeli látási csatornák a Fourier-síkban" c. munkája (6). A modell azonban első lépésnek tekinthető azon az úton, amely megkísérel választ adni arra, hogy miért változnak az "esztétikai" állandók, térben és időben.

Hivatkozott irodalom:

1. Gabor, D.: "Theory of communication", J. IEE 93(Part III):429-457, 1946
2. Gabor, D.: "Acoustical quanta and the theory of hearing", Nature (1947) 159(No. 4044):591-594.
3. Knoll, M., Kugler, J.: "Subjective light pattern spectroscopy in the electro-encephalographic frequency range", Nature (1959) No. 184, p. 1832.
4. Bach-y-Rita, P.: Brain mechanism in sensory substitution, Acad. Press, New York, London 1972.
5. Marko, H., Neuburger, E.: "Über gerichtete Grössen in der Informationstheorie", Archi der elektrischen Übertragung 21(No.2):61-19, 1967
6. Daugman, J.G.: "Spatial visual channels in the Fourier plane". Vision Research 24(No.9):891-910, 1984.