

KLÍČOVÁ SLOVA

ÚVOD DO EXAKTNÍ ESTETIKY

EXAKTNÍ ESTETIKA

PV 097 ◊ VÝTVARNÁ INFORMATIKA



Verze : podzim 2002

<http://fosforos.fi.muni.cz/pv097/>

POČÍTAČEM PODPOROVANÁ KREATIVITA

Počítačem podporovaná = algoritmická, numerická, výpočetní, formálně definovaná,...

Kreativita = schopnost tvořit a hodnotit.

Počítačem podporovaná kreativita = nadmnožina ‚technických‘ a ‚uměleckých‘ disciplín (počítačová grafika, architektura, průmyslový design, vizuální design, komunikační grafika, algoritmické umění, multimédia, film, VR, etc.).

Algoritmické hodnocení = objektivní, deterministické posouzení kvalit v rámci jisté estetiky.

Max Bense, in : Cybernetics, Art & Ideas, 1971 :

“Today we have not only mathematical logic and a mathematical linguistics, but also a gradually evolving mathematical aesthetics. It distinguishes between the ‘material carrier’ of a work of art and the ‘aesthetic state’ achieved by means of the carrier. The process is devoid of subjective interpretation and deals objectively with specific elements of the ‘aesthetic state’ or as one may say the specific elements of the ‘aesthetic reality’. These elements are pre-established and their appearance, distribution and formation is described in mathematical terms. Thus this new aesthetics is simultaneously empirical and numerically orientated.”

- estetika bez subjektivních interpretací
- matematické uchopení estetických kategorií

ESTETIKA, ESTETIČNO A KRÁSA

Estetika je naukou o estetičnu.

Původně filosofickou disciplínou, postupně se vyvinula v samostatnou vědu prolínající se s teorií umění ; na rozdíl od ní se zabývá (zejména) mimouměleckými aspekty estetična.

Estetično je základní kategorií estetiky vztahující se k lidské schopnosti tvořit a hodnotit z hlediska vnímání a poznání estetických kategorií (krásy, harmonie, ošklivosti, ...).

Krása je estetickou kategorií vyjadřující nejvyšší estetickou hodnotu.

Estetický relativismus zápornou estetickou hodnotu (ošklivost) neuznává.

POJETÍ KRÁSY V RŮZNÝCH ESTETIKÁCH



PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Úvod do estetik estetiky 4

... POJETÍ KRÁSY V RŮZNÝCH ESTETIKÁCH

Studium krásy je doloženo od starověku (nejprve užité umění, architektura, později i tzv. krásné umění).

Stálá změna, vývoj paradigmat estetického vnímání.

Gotika — kompaktnost forem, vertikality, koexistence osové a rotační symetrie.

Baroko — rozklad forem na dekorativní elementy, oživující asymetrie.

Secese — bohatá ornamentální zdobnost.

Funkcionalismus — ornament záhy zavřzen jako úpadková forma.

Postmoderní diskurs dovoluje (téměř) vše!

PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Úvod do estetik estetiky 5

EXAKTNÍ ESTETIKA A KÁNÓN KRÁSY

Estetická recepce zvěštuje odstup od pouhé vegetativní úrovně života a humanizuje člověka.

Exaktní estetika rekonstruuje procesy tvorby a kritiky na racionální, algoritmické bázi. Založena na numerických teoriích, které formalizují vnímání krásy a její hodnocení.

Exaktně definovaná pravidla tvoří **kánón krásy** — databázi estetických systémů.

Značnou část estetické zodpovědnosti lze již dnes přenechat počítačům (např. designerské filtry v aplikacích CAD, iterativní techniky v algoritmickém umění).

PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Úvod do estetik estetiky 6

MOŽNÉ DEFINICE KRÁSY

„Krása je trvalou vlastností všech krásných věcí.“

Plátón

„Ad pulchritudinem tria requiruntur : integritas (vnímání celku), consonantia (vnímání detailů) et claritas (jejich logická syntéza).“

Tomáš Akvinský

„Krása je pravým souladem částí s celkem i se sebou navzájem.“

Werner Karl Heisenberg

„Krása je kombinací jednoty, složitosti a intenzity.“

Monroe C. Beardsley, George Dickie

PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Úvod do estetik estetiky 7

... MOŽNÉ DEFINICE KRÁSY

Vlastimil Zuska — „Krása může být:

1. ‚objektivní‘ vlastností předmětu, nebo
2. předmět působí tak, že odkazuje k čemuśi za tímto předmětem, má tedy vlastnost odkazovat ke kráse, a proto je krásný, nebo
3. je, řečeno klasickým obratem, krása v očích vnímatele, který uděluje statut krásy, přičítá kvalitu krásy příslušnému objektu, a krása je tak subjektivním výkonem vědomí či psychiky,
4. případně a nakonec je krása naplněním určité funkce, tedy funkce být krásným, a toto naplnění funkce poznáme podle svých specifických reakcí (navození synestezie, prožitěk libosti, vyvolání silných emocí, vctětní).“

PV097 ◊ Vytvářaná informatika | Úvod do exaktní estetiky 8

PŘEHLED FORMÁLNÍHO STUDIA KRÁSY

V čem byla krása hledána a studována? Intuitivní přístupy:

- **Teologický koncept** — atribut božství.
- **Pojem, definiční termín** — snaha dospět k ‚pravé definici‘: deskriptivní fenomenologie (popisné zkoumání estetických jevů, systematická analýza základních uměleckých struktur), hermeneutika (výklad krásy ve vztahu k dílu jako celku).
- **Vlastnosti vnímání** — psychologie, hermeneutika, sémiotika.

PV097 ◊ Vytvářaná informatika | Úvod do exaktní estetiky 9

KRÁSA JAKO TEOLOGICKÝ KONCEPT

Krása atributem božství: krása **pro** božstva \equiv krása **od** božstev.

Tomáš Akvinský — studium krásy předmětem teologie; mezi vírou a věděním není rozpor. Pravdivé poznání krásy spočívá ve shodě řádu myšlení s řádem světa.

Aurelius Augustinus — krása sestává z **jednoty** (Božského řádu, proporcionality, symetrie) a **rozmanitosti**.

Vitruvius Polio Marcus — soubor ‚Deset knih o architektuře‘.

Míry estetična: **proporce** (ladný celek, správné ztvárnění detailů),

symetrie (provázanost detailů mezi sebou i ve vztahu k celku), **zdobnost** (výběr forem dodržující estetické konvence).

PV097 ◊ Vytvářaná informatika | Úvod do exaktní estetiky 10

KRÁSA JAKO DEFINIČNÍ TERMÍN

Krásu samotnou je obtížné definovat přímo.

Platón — obecné pojmy (‚krása‘) existují jako ideje odděleně od smyslového světa; nejvyšší je idea dobra, krása je její projekcí do smyslové domény, umožňující být a poznatelnost ostatních idejí.

Výraz ‚krásný‘ (καλός) znamená ‚dobrý‘, ‚přesný‘, ‚správný‘; krása (τὸ καλόν) tak splývá s praktičností. Krásu lze vyjádřit i termíny pro formu (τὸ εἶδος, ἡ μορφή).

Aristotelés — dekompozice krásy na komponenty: **soulad**, **symetrie**, **přesnost**.

PV097 ◊ Vytvářaná informatika | Úvod do exaktní estetiky 11

KRÁSA JAKO VLASTNOST VNÍMÁNÍ

Epikúros ze Samu — při estetickém vytížení je navozen pocit libosti ; krása je **smyslový prožitek** (hédonisté : slast je nejvyšší hodnotou, vyjadřující oproštění se od duševního neklidu).

Alexander Gottlieb Baumgarten — ‚zakladatel‘ estetiky jako vědy o krásném. Estetika kladena proti logice coby učení o nižším (konkrétním) smyslovém poznání.

Immanuel Kant — zkoumání možností estetického hodnocení a aktivní role subjektu v estetickém soudu. **Umělecké dílo je takové, které využívá divákovy maximální percepční předpoklady.**

... INTUITIVNÍ VS. OBJEKTIVNÍ KRÁSA

Objektivní krása — klíčový pojem exaktní estetiky. Založena na kvantifikovatelných estetických mírách pro tvary, proporce, formy, barvy, struktury ...

Estetická signatura objektu je kolekcí jeho změřitelných, numericky vyjádřených vlastností.

Příklad s ornamenty : estetická signatura = počet a rytmus vizuálních motivů (grupa symetrií), geometrické vlastnosti (proporce, spojitost), topologické vlastnosti (rozmístění, dimenze), vizuální charakteristiky (jednoduchost, hustota).

INTUITIVNÍ VS. OBJEKTIVNÍ KRÁSA

Příklad — katalog pásových ornamentů :

(románský, gotický, renesanční, barokní, klasicistní a secesní ornament)



Vizuální podoba ornamentů je různá, přestože všechny byly tvořeny s podobným záměrem. Co je společné — zdobnost.

Intuitivní krása spočívá v hodnocení subjektivních prožitků (očekávání, překvapení, uspokojení) ; bývá ovlivněna vkusem, výchovou, dobou, momentálním rozpoložením diváka.

OBJASNĚNÍ POJMŮ

Objektivní pojetí krásy bývá zdrojem mnoha nedorozumění.

Princip objektivity **neznamená**, že exaktní estetika zavádí jedinou hodnoticí formuli, jediný přístup ke zkoumání krásy !

Univerzální předpis pro interpretaci a estetické hodnocení **neexistuje** !

Nosnou tezí exaktní estetiky je myšlenka, že intuici — která je v kreativních procesech nepostradatelná — lze prospěšně kombinovat s algoritmickým přístupem.

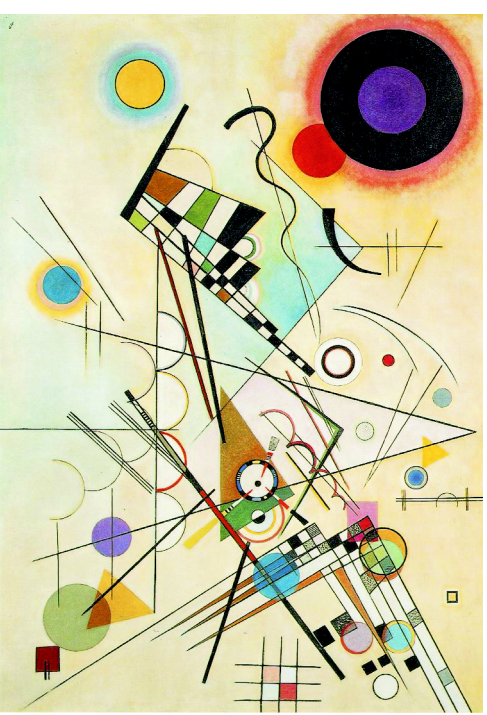
METODY EXAKTNÍHO STUDIA KRÁSY

Objektivní, algoritmizovatelné přístupy —

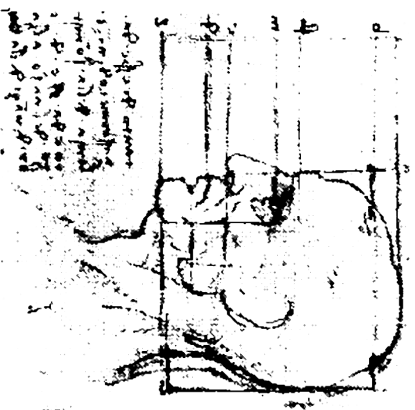
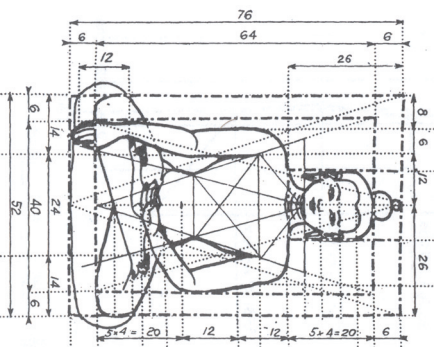
vlastní předmět výzkumu exaktní estetiky :

- **Vlastnosti objektů** — metrické metody ; makroestetické zkoumání tvarů a proporcí.
- **Kompozice scény** — topologické metody ; struktura a uspořádání objektů v jejich prostředí.
- **Interpretace estetické zprávy** — statistické metody ; mikroestetické zkoumání rozložení estetických symbolů.

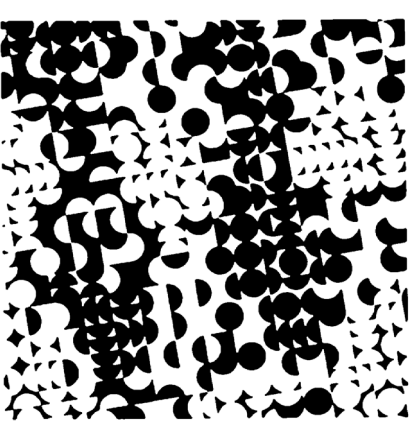
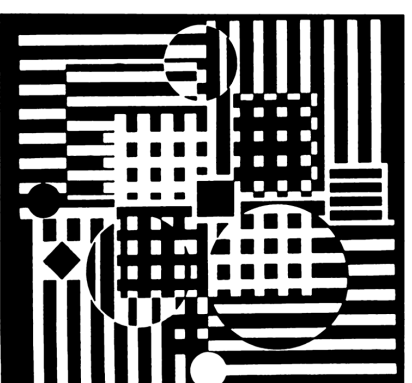
KRÁSA V KOMPOZICI SCÉNY



KRÁSA VE VLASTNOSTECH OBJEKTŮ



KRÁSA V INFORMAČNÍCH ASPEKTECH DÍLA



ROZSAH PLATNOSTI HODNOTIČÍCH METOD

Konkrétní přístup ke zkoumání krásy je typicky svázán s třídami objektů vykazujícími podobné vlastnosti.

Objekty s různými estetickými signaturami nelze hodnotit stejnými mírami (figurace vs. abstrakce, etc.).



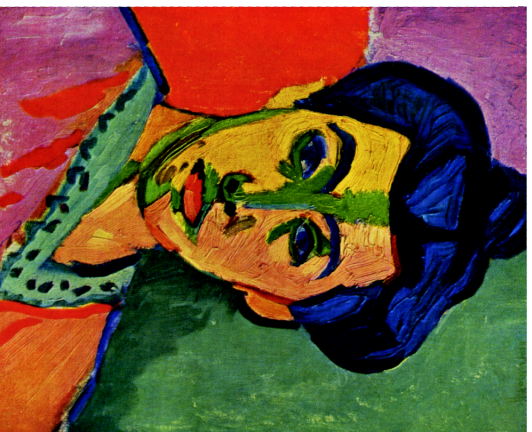
PV097 ◊ Vytvářená informatika | Úvod do exaktní estetiky 20

LITERATURA

- [1] Max Bense. The projects of generative aesthetics. In: Reichardt [12], strany 57–60.
- [2] John Berger, Sven Blohmeng, Chris Fox, Michael Dibb a Richard Hollis. Ways of Seeing. British Broadcasting Corporation and Penguin Books Limited, Middlesex, UK, 1972.
- [3] Herbert W. Franke. Computer Graphics — Computer Art. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985.
- [4] James Gips a George Stiny. Aesthetics systems. Technická zpráva CS-337, Computer Science Department, Stanford University, 1973.
- [5] George Gruner. Concepts in physics, notions in art. Lecture notes, Faculty of Physics and Astronomy, University of California, L.A., 2002. URL: http://www.physics.ucla.edu/class/85HC_Gruner/.

PV097 ◊ Vytvářená informatika | Úvod do exaktní estetiky 22

... ROZSAH PLATNOSTI HODNOTIČÍCH METOD



PV097 ◊ Vytvářená informatika | Úvod do exaktní estetiky 21

... LITERATURA

- [6] František Kadeřávek. Geometrie a umění v dobách minulých. Půdorys, Praha, 1997.
- [7] Miroslav Klivar. Počítač v umění a experimentální estetice. Estetika, 23(3):186–200, 1986.
- [8] Tomáš Kůlka. Umění a kýč. Torst, Praha, 1994.
- [9] John Lansdown. Artificial creativity: an algorithmic approach to art. URL: <http://www.cca.mdx.ac.uk/CEA/External/Staff96/John/artCreat.html>.
- [10] Richard E. Lucas. What are good computer pictures? In: Proceedings of the Fourth Annual Symposium on Small Computers in the Arts, strany 1–3. IEEE Computer Society, 1984.
- [11] Mary Lou Maher. Process models for design synthesis. URL: <http://www.arch.usyd.edu.au/~mary/pubs/Almag.html>.

PV097 ◊ Vytvářená informatika | Úvod do exaktní estetiky 23

... LITERATURA

- [12] Jasia Reichardt, editor. *Cybernetics, Art and Ideas*. London, UK: Studio Vista, 1971.
- [13] Pentti Routio. *Beauty of artefacts*. URL: <http://www.uiah.fi/projects/metodi/155.htm>.
- [14] Remko Scha a Rens Bod. *Computacionele esthetica*. *Informatie en Informatiebeleid*, 1/11:54–63, 1993. URL: <http://www2.netcetera.nl/~iaaa/rs/theory.html>.
- [15] George Stiny a James Gips. *Algorithmic Aesthetics : Computer Models for Criticism and Design in the Arts*. University of California Press, Berkeley, Cal., 1978.
- [16] Vlastimil Zuska. *Estetika ; úvod do současnosti tradiční disciplíny. Filosofická setkávání*. Triton, Praha, 2001.

ESTETIKA TVARŮ A PROPORCÍ

EXAKTNÍ ESTETIKA

PV 097 ◊ VÝTVARNÁ INFORMATIKA



Verze : podzim 2002

<http://fosforos.fi.muni.cz/pv097/>

BIRKHOFFOVA MÍRA

George D. Birkhoff — geometrický přístup k hodnocení krásy.

Estetický prožitek ovlivňuje soulad a složitost vnímaného objektu.

Soulad *O* je mírou pravidelnosti a koherence. Objekty s vysokým souladem jsou snadněji rozpoznány a lépe vnímány.

Složitost *C* je mírou rozmanitosti a nahodilosti, přímo úměrnou velikosti (estetickému rozsahu) objektu. Vysoká složitost ruší vnímání objektu.

Birkhoffova estetická míra :

$$M = O / C$$

TVAR A PROPORCE

Tvar je nejvýraznější, nejdříve vnímanou vlastností objektů.

(Orientace v neznámém prostředí, rozpoznávání siluet ve tmě...)

Kanonické **proporce** lze vyjádřit poměry malých čísel; princip Zlatého řezu, pythagorejského ladění apod.

Proporce spolu s tvarem určují **formu** objektu.

Detaily objektů (textury, dekor) jsou vnímány později, v tuto chvíli neovlivňují estetickou hodnotu.

... BIRKHOFFOVA MÍRA

Kde jsou meze hodnot souladu a složitosti, krásných 'objektů'?

Oba extrémny estetickou hodnotu snižují.

S příliš velkým souladem klesá zajímavost, estetické zaujetí.

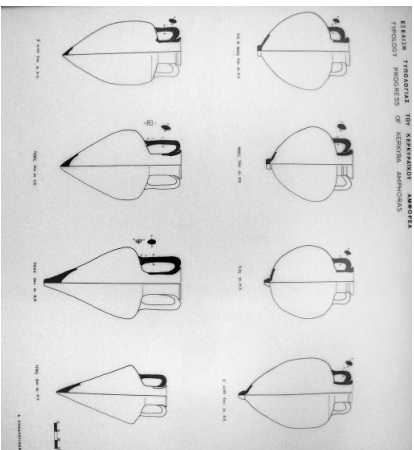
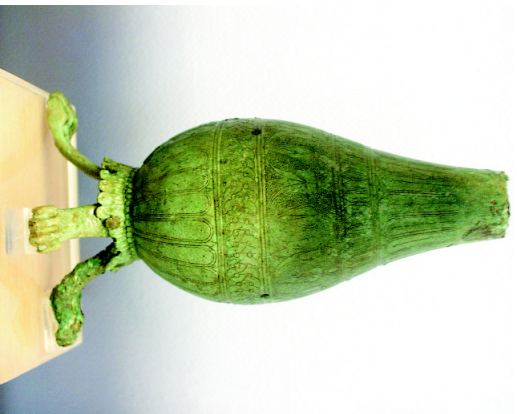
(Soulad převyšuje estetickou mez → vznik kých.)

Minimální složitost nemusí vůbec vyvolat estetické zaujetí.

Birkhoffovu tezi nelze aplikovat na artefakty záměrně založené na absenci souladu (chaos) nebo na neomezené složitosti (fraktály).

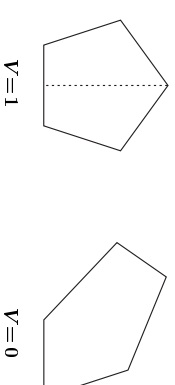
... BIRKHOFFOVA MÍRA

Míru lze použít k návrhu a hodnocení geometrických těles.



PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika tvarů a proporcí 4

POLYGONÁLNÍ OBJEKTY



Vertikální symetrie $V = 1$ pro symetrii podle vertikální osy, $V = 0$ jinak.

Vertikálně symetrické objekty se jeví jako harmonické, vznešené, oficiální, noblesní.

(Dědictví po předcích v našem podvědomí: předátoři jsou vertikálně symetrickí, hrozí-li od nich nebezpečí → okanzlík [estetického] vyřízení.)

PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika tvarů a proporcí 6

... BIRKHOFFOVA MÍRA

Birkhoffovou mírou lze hodnotit objekty tvořené s důrazem na symetrii, vyváženost a respektování proporcí.

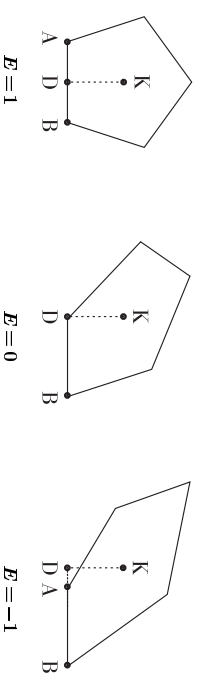
Snadná reprezentace forem popsatelných křivkami a pláty.

Definice souladu a složitosti je závislá na konkrétní třídě hodnocených objektů. (Birkhoff: 300 polygonů, empirický výzkum.)

Hodnoty O a C lze vyjádřit parciálními estetickými funkcemi.

PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika tvarů a proporcí 5

... POLYGONÁLNÍ OBJEKTY



Rovnováha $E = 1$ pro objekty s $V = 1$ nebo horizontální základnou; $E = 0$ pro rovnováhu v mechanickém smyslu, $E = -1$ jinak.

PV/097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika tvarů a proporcí 7

... POLYGONÁLNÍ OBJEKTY

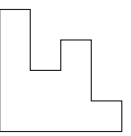
Rotální symetrie $R = \min(\frac{q-1}{2}; \frac{q}{2})$ pro regulární objekty, kde úhel $2\pi/q$ je nejmenší, při němž objekt zachovává orientaci.

(Regulární objekty jsou vertikálně symetrické, nebo jejich konvexní obal je vertikálně symetrický a zároveň ‚výklenky‘ objektu nezasahují do jeho rohů.)

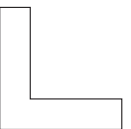
Je-li q sudé (středová symetrie) pak $R = 1/2$, jinak $R = 0$.

(Rotální symetrie rovnostranného trojúhelníka = 1, čtverce = $3/2$, pětúhelníka = 2, šestúhelníka a vyšších pravidelných polygonů = $5/2$.)

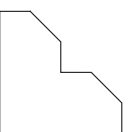
... POLYGONÁLNÍ OBJEKTY



$D = 2$



$D = 1$



$D = 1$

Pokrytí D sleduje vztah stran objektu k uniformní pravouhlé nebo hexagonální mřížce.

$D = 2$ jsou-li všechny strany rozmístěny v pravouhlé síti a na každém účarí leží nejvýše jedna strana objektu.

$D = 1$ pokud všechny strany leží v pravouhlé síti spolu jedinou diagonální spojnici, nebo strany pokrývají hexagonální síť s její vybranou diagonálou.

... POLYGONÁLNÍ OBJEKTY

Míra neuspokojivosti F deklaruje konkrétní tvarové vlastnosti estetických objektů (vesměs specifické, neobsažené v uvedených mřížách).

$F = 0$ pokud jsou zároveň splněny podmínky 1 – 7 :

1. Vzdálenost mezi vrcholy nebo rovnoběžnými stranami je větší než $1/10$ největší vzdálenosti mezi vrcholy.
2. Nerovnoběžné strany svírají úhel alespoň 20 stupňů (→ harmonické rozmístění vrcholů).
3. Přemístění vrcholu o vzdálenost menší než $1/10$ vzdálenosti k jeho nejbližšímu vrcholu neovlivní hodnoty V , R a D .

... POLYGONÁLNÍ OBJEKTY

4. Ke každé straně výklenku existuje na její nosné přímce alespoň jedna další strana (→ objekt je ‚slepen z částí‘).

5. Existuje jediný tvar výklenku.
6. Strany jsou vedeny nejvýše dvěma směry ; horizontála a vertikála je považována za jediný směr.
7. Objekt je vertikálně nebo rotačně symetrický.

$F = 1$ pokud právě jedna podmínka není splněna, $F = 2$ jinak.

Složitost C je rovna počtu všech nosných přímek stran objektu.

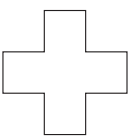
... POLYGONÁLNÍ OBJEKTY

Birkhoffova estetická míra polygonálních objektů:

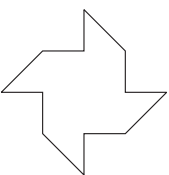
$$M = \frac{V + E + R + D - F}{C}$$



$$M = 1,38$$



$$M = 0,69$$



$$M = 0,05$$

... KŘÍVKOVÉ OBJEKTY

V definici F je nutné v podmínkách 1. – 7. aktualizovat predikáty pro křivky (vrchol, rovnoběžnost, úhel při vrcholu...).

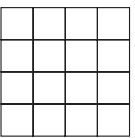
Výpočet složitosti C' je pro spojitě křivky triviální — počet nosných křivek se všemi segmenty objektu.

V nespojitém případě uvažujeme počet segmentů na nosných křivkách a symetrii jejich rozložení.

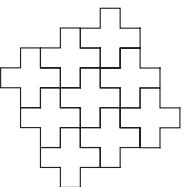
(S větším a pravidelnějším pokrytím křivky je dosaženo menší složitosti, vnímání segmentů přechází ve vnímání nosné křivky.)

KŘÍVKOVÉ OBJEKTY

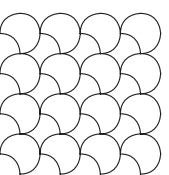
M. Bielecka & A. Bielecki — rozšíření na křivkové objekty: V , E a R jsou definovány dostatečně obecně.



$$D' = 2$$



$$D' = 1$$



$$D' = 1/2$$

$D' = 2$ pro regulární isomorfní síť, $D' = 1$ pro obecnou isomorfní mřížku,

$D' = 1/2$ pro polymorfní síť tvořenou objektem a jeho doplňkem v konvexním obalu.

... KŘÍVKOVÉ OBJEKTY

$C = \sum_i C_i$ i index nosných křivek.

$C_i \equiv c(\eta_i, \varrho_i)$ parciální složitost, funkce spojitosti a asymetrie.

$\eta_i = \sum_n l_{in}/L_i$ l_{in} délka n -tého segmentu, L_i délka nosné křivky.

$\varrho_i = \max(s_i - \|S_i\|)$ s_i počet segmentů nosné křivky,

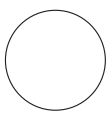
G_i generátor grupy jejich symetrií.

Vhodná funkce: např. $C_i \sim \varrho_i^{1-\eta_i}$.

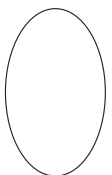
... KŘIVKOVÉ OBJEKTY

Birkhoffova estetická míra křivkových objektů :

$$M' = \frac{V + E + R + D' - F'}{\sum_i \varrho_i^{1-n_i}}$$



$M' = 5,00$



$M' = 3,00$

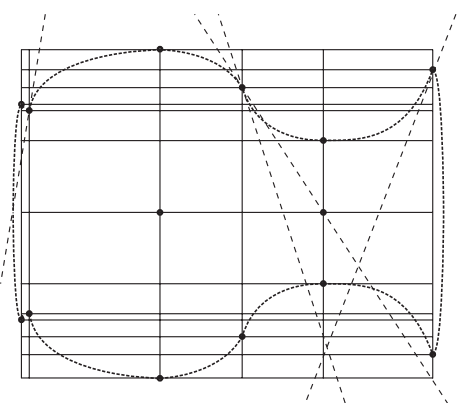


$M' = 0,56$

ROTAČNÍ TĚLESA

Beztrátová projekce tvaru tělesa do roviny → **charakteristická síť**.

Pojmy : charakteristická křivka a tečny, body koncové a inflexní, body s vertikální tečnou, místa nespojitě změny směrnice tečny, středové body.



PROSTOROVÁ TĚLESA

Historicky ,esteticky nosné' proporce architektonických forem.

- 1 : 1 : 1 krychle, chrám v Buto, piliře byzantských dóků ;
- 1 : 1 : 2 2-krychle, úhlopříčky $\sqrt{2}$ a $\sqrt{5}$, románsko-gotické proporce ;
- 1 : 1 : Φ podstavou čtverec, zlatý řez v plášti, egyptský nábytek ;
- 1 : Φ : Φ fibonac. aproximace $\Phi \approx 6/10$ a $10/16$, Ramsesova hrobka ;
- 1 : Φ : Φ^2 zlatý kvádr, těl. úhlopříčka 2Φ , hrobky v Gíze : $1,8 \times 2,9 \times 4,8$ m ;
- 1 : Φ^2 : Φ^3 zlatý kvádr + krychle, historizující nábytek konce XIX. století ;
- 1 : $\frac{\sqrt{5}}{2}$: 2 Královská hrobka Cheopsovy pyr., antické vázy, lidské proporce.

... ROTAČNÍ TĚLESA

Ewa J. Grabska — navrhování váz, sloupů, balustrád, čajníků...

Horizontální soulad H je počet nezávislých relací poměrů 1 : 1 a 1 : 2 mezi horizontálními vzdálenostmi v charakteristické síti.

Vertikální soulad V je počet nezávislých relací poměrů 1 : 1 a 1 : 2 mezi souseďními vertikálními vzdálenostmi v charakteristické síti.

Proporční soulad P je počet nezávislých relací poměrů 1 : 1 a 1 : 2 mezi horizontálními a přílehlými vertikálními vzdálenostmi v charakteristické síti.

Soulad tečen T je počet nezávislých relací kolmostí, rovnoběžností, vertikality tečen a jejich normal v charakteristických bodech.

... ROTAČNÍ TĚLESA

Složitost C je počet charakteristických bodů sítě.

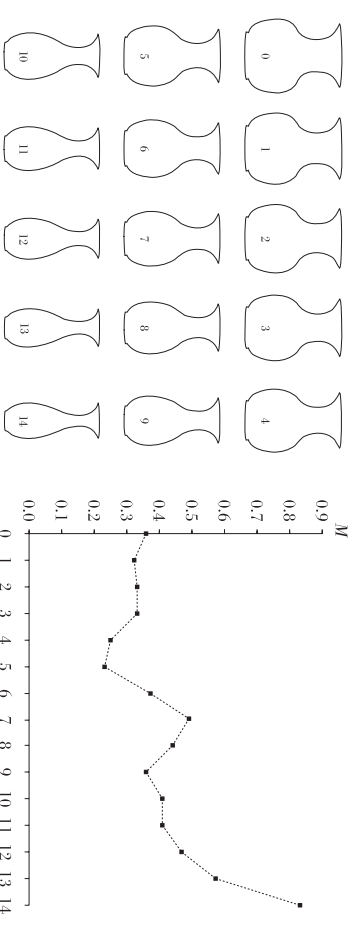
$$M = \frac{H + V + P + T}{C}$$

Tomáš Straudek — estetická reflexe nespočívá ve vědomém a přesném vnímání proporcí → zavedení míry volnosti.

Zjmenění přírůstkových funkcí R , Q pro vzdálenosti a vlastnosti tečen charakteristické sítě.

Dva regulátory: délková a úhlová tolerance ε , ζ .

ČÍNSKÉ VÁZY



Skutečné vázy 0 a 14, mezi nimi plynulá tvarová změna (morphing). Estetickým kandidátem je váza 7; vázy z 1. řádku nedosahují kvality ostatních váz.

... ROTAČNÍ TĚLESA

$$H(\varepsilon) = \sum_{\substack{i, j = 1 \dots C/2, \\ i < j}} R(h_i, h_j)$$

$$V(\varepsilon) = \sum_{\substack{i = 1 \dots C/2 - 1, \\ j = 1 \dots i - 1, \\ k = i \dots C/2 - 1}} R\left(\sum_{m=j}^{i-1} v_m, \sum_{n=i}^k v_n\right)$$

$$P(\varepsilon) = \sum_{\substack{i = 1 \dots C/2, \\ j = 1 \dots i - 1, \\ k = i \dots C/2 - 1}} R\left(h_i, \sum_{m=j}^{i-1} v_m\right) + R\left(h_i, \sum_{n=i}^k v_n\right)$$

$$T(\zeta) = \sum_{t_i, t_j} Q(t_i, t_j)$$

DALŠÍ CESTY VÝZKUMU

Studium faktorů modelujících vnímání souladu a složitosti.

Spojitost a plynulost průběhu křivek; preference, rozvolněných křivek vychází z přirozeného pohybu oka.

Bohatší repertoár parciálních souladů; zásady ‚dobrého designu‘ deklarovány v míře neuspokojivosti F .

LITERATURA

- [1] Jan Adamec a Jaroslav Nešetřil. Towards an aesthetic invariant for graph drawing. Technická zpráva 2001-035, Institut teoretické informatiky, Univerzita Karlova, 2001.
- [2] M. Bielecka a A. Bielecki. Aesthetic measure for two-dimensional objects consisting of curvilinear segments. Machine GRAPHICS & VISION, 5(1/2):347–356, 1996.
- [3] George D. Birkhoff. Aesthetic Measure. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1933.
- [4] Sabina Denkowska, Ewa J. Grabaska a Katarzyna Marek. Application of Birkhoff's aesthetic measure to computer aided design of vases. Machine GRAPHICS & VISION, 3(1/2):69–75, 1994.
- [5] Geörgy Doczi. The Power of Limits : Proportional Harmonies in Nature, Art, and Architecture. Shambhala, Boston & London, 1994.

... LITERATURA

- [6] Matila Ghyka. The Geometry of Art and Life. Dover Publications, Inc., New York, N.Y., 1977.
- [7] H. E. Huntley. The Divine Proportion : a Study in Mathematical Beauty. Dover Publications, Inc., New York, N.Y., 1970.

ESTETIKA KOMPOZICE A STRUKTURY

EXAKTNÍ ESTETIKA

PV 097 ◊ VÝTVARNÁ INFORMATIKA



Verze : podzim 2002

<http://fosforos.fi.muni.cz/pv097/>

KANDINSKIJ VLASTNÍMI SLOVY

„ Dosavadní přesvědčení, že ‚rozkládat‘ umělecké dílo je cosi zkázonosného, co zákonitě povede ke konci umění, je založeno na neznalosti a podceňování obnažených výtvarných elementů a jejich primárních sil. ‘‘

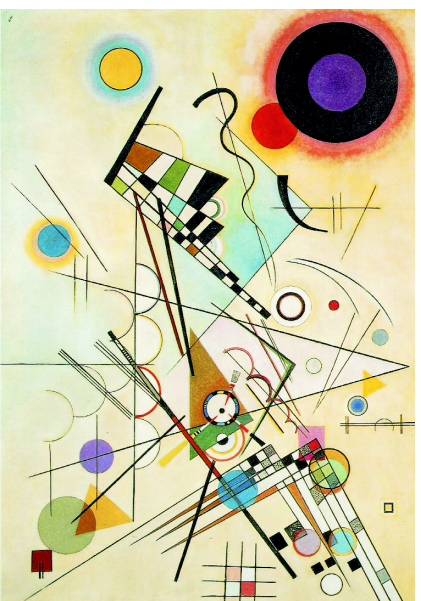
„ Obsah malířského díla se zjevuje nikoli ve vnějších formách, ale v silách, jež v těchto formách žijí — tedy v napětí. Obsah díla je vyjádřen jeho kompozicí, tzn. vnitřně organizovaným souhrnem všech nezbytných jednotlivých napětí. ‘‘

„ Výsledkem systematické práce bude vznik elementárního slovníku, z něhož se posléze vyvine svého druhu ‚gramatika‘. V gramatice umění však ku podivu spatřuje řada lidí cosi mimořádně nebezpečného. ‘‘

„ Další kroky už jsou jen otázkou harmonického spojení intuice a výpočtů — pouze s jedním z těchto postupů totiž nevystačíme. ‘‘

PV097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 2

EXAKTNÍ HODNOCENÍ STRUKTURY OBRAZU



20. léta XX. st., Bauhaus — Vasilij Kandinskij : bod, linie, plocha.

PV097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 1

SCÉNA A JEJÍ NAPĚTÍ

Bod je zdrojem napětí, nikoli však směru, zatímco u linie se uplatňuje jak napětí, tak i směr.

Existují tři typy **linií**, ostatní jsou pouze jejich odchylkami :

1. horizontála (studená), 2. vertikála (teplá), 3. diagonála.

Plochu lze dekomponovat do záběrů se zobrazovanými objekty.

Estetické kvality obrazu – tvar a ohraničení plochy obrazu, jeho textura a rytmus fungují jako primární kvality, barevné skvrny a linie jako sekundární kvality, z nichž se vyroňují terciární, estetické kvality typu vyvážené kompozice, barevného sládní či harmonie, vibrujícího napětí v liniích a/nebo barevných kontrastech atp.

PV097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 3

... SCÉNA A JEJÍ NAPĚTÍ

„Nahoře: vyvolá pocit uvolněnosti, lehkosti a osvobození, nebo dokonce svobody. Čím více se blížíme hornímu okraji scény, tím více se rozvolňují menší plochy. Jakákoli těžší forma umístěná do horní části scény ještě víc ztěžkne. Dojem tlňy se v těchto místech ještě zvyšuje.“

„Dole: vyvolává zcela protikladné pocity: houstnutí, tlňy, spoutanosti. Čím víc se přibližíme k dolnímu okraji scény, tím zřetelněji atmosféra zhoustne a jednotlivé malé plochy se k sobě přimknou.“

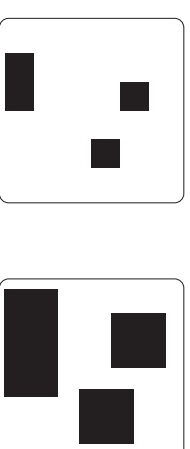
„Postupným přibližováním k vnější hranici scény napětí formy vzrůstá, v momentě dotyku náhle opadne. S přibližováním formy k vnějšímu okraji scény ‚dramatické‘ znění konstrukce stoupá, se vzdalováním naopak klesá a formy umístěné kolem středu scény dodávají kompozici ‚lyrické‘ znění.“

KONSTANTY SCÉNY

- n_j počet objektů v záběru;
- $[x_{ij}; y_{ij}]$, $[x_c; y_c]$ střed objektu a scény;
- h_{ij} , h_j výška objektu, uspořádání objektů a výška záběru;
- w_{ij} , w_j šířka objektu, uspořádání objektů a šířka záběru;
- a_{ij} , a_j , a_{max} plocha objektu, uspořádání, záběru a největší plocha;
- d_j výška středu objektu od okraje záběru;
- c_{zj} , c_j barva objektu a pozadí záběru;
- s_{ij} forma, estetická míra objektu;
- n_{aj} , n_{cj} , n_{sj} počet různých ploch, barev a forem objektů;
- n_{vj} , n_{hj} , n_{dj} počet vertikálních a horizontálních účarů a různých vzdáleností mezi sousedícími účarými.

HUSTOTA

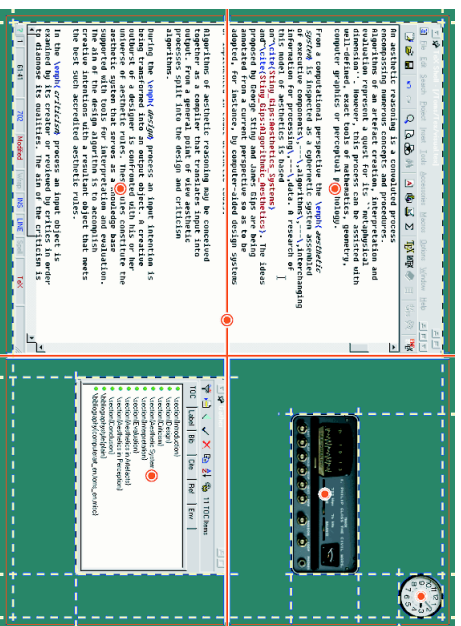
- poměr ploch objektů a plochy scény
- informativní povahu mají scény při 33% až 47% hustotě
- Herbert W. Franke — ‚efekt maxima‘ při $M(D) = 37\%$.



$$M(D) = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} a_{ij}}{a_j}$$

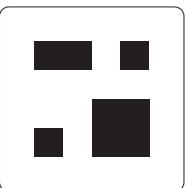
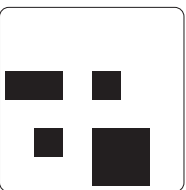
STRUKTURNÍ MÍRY KOMUNIKAČNÍCH ROZHRAŇÍ

David C. Ngo — formální hodnotící aparát, matematické definice.



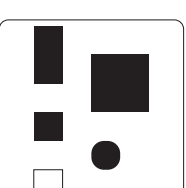
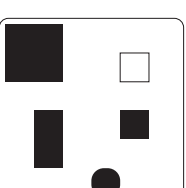
UMÍSTĚNÍ

- rovnovážnost a stabilizace rozmístění objektů ve scéně
- relativní umístění vzhledem k vodorovné a svislé ose
- pro rozsáhlejší scény nutnost rozlišovat geometrický a optický střed



POŘADÍ

- rozmístění objektů do jednotlivých záběrů tak, aby byl respektován přirozený pohyb oka pro daný formát
- na ,přitažlivější' místa patří velké, barevné, harmonické formy kontrastující s pozadím
- pořadí je ovlivňováno kulturním kontextem a typem média



... UMÍSTĚNÍ

$$M(E) = 1 - \frac{|M(E)_v| + |M(E)_h|}{2}$$

$$M(E)_v = \frac{2 \sum_i^{n_j} a_{ij} (y_{ij} - y_c)}{n_j h_j \sum_i^{n_j} a_{ij}}$$

$$M(E)_h = \frac{2 \sum_i^{n_j} a_{ij} (x_{ij} - x_c)}{n_j w_j \sum_i^{n_j} a_{ij}}$$

... POŘADÍ

$$M(Q) = 1 - \frac{\sum_{k=A,C,S} |q_j - V_j^k|}{24}$$

$$V_j^k = \begin{cases} 4 & G_j^k = \max(G_{UL}^k, G_{UR}^k, G_{DL}^k, G_{DR}^k) \\ \vdots & \\ 1 & G_j^k = \min(G_{UL}^k, G_{UR}^k, G_{DL}^k, G_{DR}^k); k = A, C, S \end{cases}$$

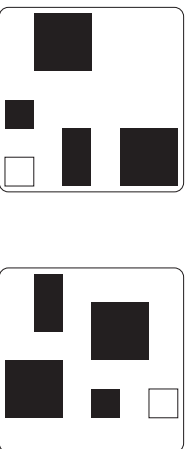
$$G_j^A = q_j \sum_i^{n_j} a_{ij}$$

$$G_j^C = q_j \sum_i^{n_j} |c_{ij} - c_j|$$

$$G_j^S = q_j \sum_i^{n_j} s_{ij}$$

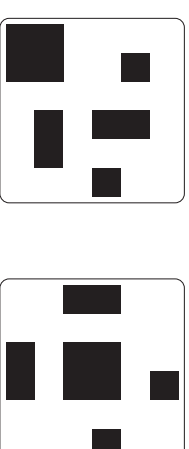
VYVÁŽENOST

- rozložení optické váhy ve scéně
- opticky, těžší' jsou velké, kontrastní, pravidelné formy a objekty umístěné blízko středu scény
- statická vyváženost souvisí se souměrností scény;



SOUMĚRNOST

- průměrná hodnota míry symetrie objektů podle hlavních os a diagonál scény



... VYVÁŽENOST

$$M(B) = 1 - \frac{|M(B)_v| + |M(B)_h|}{2}$$

$$M(B)_v = \frac{G_L - G_R}{\max(|G_L|, |G_R|)}$$

$$M(B)_h = \frac{G_U - G_D}{\max(|G_U|, |G_D|)}$$

$$G_j = \sum_i^{n_j} d_{ij} \left(\frac{a_{ij}}{a_{\max}} + |c_{ij} - c_j| + s_{ij} \right)$$

... SOUMĚRNOST

$$M(S) = 1 - \frac{|M(S)_v| + |M(S)_h| + |M(S)_r|}{3}$$

$$M(S)_v = \frac{|X'_{UL} - X'_{UR}| + |X'_{DL} - X'_{DR}| + |Y'_{UL} - Y'_{UR}| + |Y'_{DL} - Y'_{DR}| + |R'_{UL} - R'_{UR}| + |R'_{DL} - R'_{DR}| + |\Theta'_{UL} - \Theta'_{UR}| + |\Theta'_{DL} - \Theta'_{DR}| + |H'_{UL} - H'_{UR}| + |H'_{DL} - H'_{DR}| + |W'_{UL} - W'_{UR}| + |W'_{DL} - W'_{DR}|}{12}$$

$$M(S)_h = \frac{|X'_{UL} - X'_{DL}| + |X'_{UR} - X'_{DR}| + |Y'_{UL} - Y'_{DL}| + |Y'_{UR} - Y'_{DR}| + |R'_{UL} - R'_{DL}| + |R'_{UR} - R'_{DR}| + |\Theta'_{UL} - \Theta'_{DL}| + |\Theta'_{UR} - \Theta'_{DR}| + |H'_{UL} - H'_{DL}| + |H'_{UR} - H'_{DR}| + |W'_{UL} - W'_{DL}| + |W'_{UR} - W'_{DR}|}{12}$$

$$M(S)_r = \frac{|X'_{UL} - X'_{DR}| + |X'_{UR} - X'_{DL}| + |Y'_{UL} - Y'_{DR}| + |Y'_{UR} - Y'_{DL}| + |R'_{UL} - R'_{DR}| + |R'_{UR} - R'_{DL}| + |\Theta'_{UL} - \Theta'_{DR}| + |\Theta'_{UR} - \Theta'_{DL}| + |H'_{UL} - H'_{DR}| + |H'_{UR} - H'_{DL}| + |W'_{UL} - W'_{DR}| + |W'_{UR} - W'_{DL}|}{12}$$

... SOUTĚRNOST

$$X_j = \sum_i^{n_j} |x_{ij} - x_c|$$

$$Y_j = \sum_i^{n_j} |y_{ij} - y_c|$$

$$R_j = \sum_i^{n_j} \sqrt{(x_{ij} - x_c)^2 + (y_{ij} - y_c)^2}$$

$$\Theta_j = \sum_i^{n_j} \left| \frac{y_{ij} - y_c}{x_{ij} - x_c} \right|$$

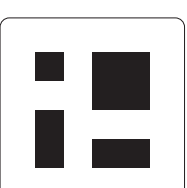
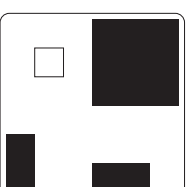
$$H_j = \sum_i^{n_j} h_{ij}$$

$$W_j = \sum_i^{n_j} w_{ij}$$

KOMPAKTNOST

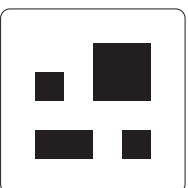
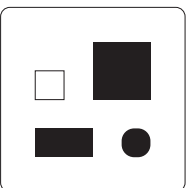
- soudržnost grafických forem
- vnímání jednotlivých objektů | shluků objektů
- celistvostní vnímání – Gestaltpsychologie

(celky evokovány objekty tvarově podobnými, symetricky uspořádanými, blízkými a takovými, jejichž kognitivní mechanismy znají jako ‚patříci k sobě‘)



ÚSPORNOST

- střídmost grafických forem, uvážený výběr tvarů a barev
- scény s různorodými, nesladěnými vizuálními prvky unavují (grafická komunikace, typografie X webové stránky, reklama...)



$$M(N) = \frac{3}{n_{aj} + n_{cj} + n_{sj}}$$

... KOMPAKTNOST

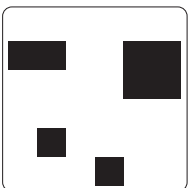
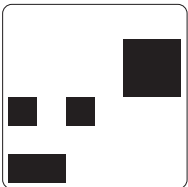
$$M(U) = \frac{|M(U)_f| + |M(U)_b|}{2}$$

$$M(U)_f = 1 - \frac{n_{aj} + n_{cj} + n_{sj} - 3}{3 n_j}$$

$$M(U)_b = 1 - \frac{a_{ij} - \sum_i^{n_j} a_{ij}}{a_j - \sum_i^{n_j} a_{ij}}$$

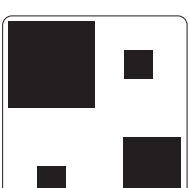
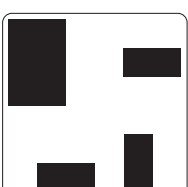
JEDNOTA

- počet možností rozmístění objektů do záběrů scény
- de facto míra entropie výskytu objektu na daném místě
- homogenní scény evokují jediný (i rozsáhlý) celek, heterogenní scény (aranžovaná kompozice) tvoří shluky



SOUKLAD

- dodržování jednotných proporcí daných formátem scény
- 5 : 7 pro list papíru, 4 : 3 pro obrazovku počítače
- nízký soulad → obtížná orientace ve scéně (zatížení zraku při adaptaci na různé proporční poměry)



... JEDNOTA

$$M(H) = \frac{H}{H_{\max}}$$

$$H = \frac{n!}{n_{UT}! n_{UR}! n_{DL}! n_{DR}!}$$
$$H_{\max} = \frac{n!}{\lceil \frac{n}{4} \rceil! 4}$$

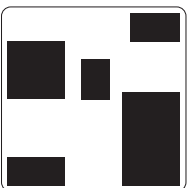
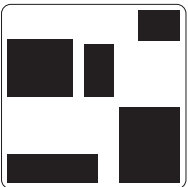
... SOULAD

$$M(X) = \frac{|M(X)_i| + |M(X)_l|}{2}$$

$$M(X)_i = \begin{cases} \frac{\sum_a^{n_j} b_{ij}/w_{ij}}{n_j} & \frac{b_{ii}/w_{ii}}{h_{ij}/w_{ij}} \leq 1, \\ \frac{\sum_a^{n_j} b_{ij}/w_{ij}}{n_j} & \text{jinak} \end{cases}$$
$$M(X)_l = \begin{cases} \frac{b_{ij}/w_{ij}}{h_j/w_j} & \frac{b_{ii}/w_{ii}}{h_j/w_j} \leq 1, \\ \frac{b_{ii}/w_{ii}}{h_{ij}/w_{ij}} & \text{jinak} \end{cases}$$

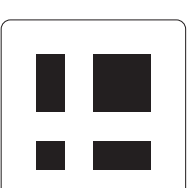
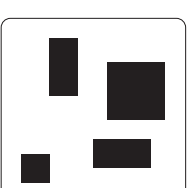
PROPORCIONÁLNOST

- průměrná odchylka proporcí objektů od kanonických hodnot
- ,univerzální‘ hodnoty — násobky čtverce (1 : 1, 1 : 2), odmocnina dvou a tři (1 : 1,414, 1 : 1,732) a Zlatý řez (1 : 1,618)
- proporční objekty jsou snadněji rozpoznány a zpracovávány



POCHOPITELNOST

- strukturální jednoduchost scény
- nepřímá úměrná počtu objektů a jejich účaří (.vodících linek)



$$M(I) = \frac{3}{n_{vj} + n_{lj} + n_j}$$

... PROPORCIONÁLNOST

$$M(P) = \frac{|M(P)_i| + |M(P)_l|}{2}$$

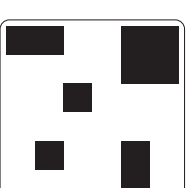
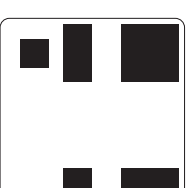
$$M(P)_i = \begin{cases} 1 - \frac{2 \sum_i^{n_j} \min(|p_q - h_{ij}/w_{ij}|)}{n_j} & \frac{h_{ij}}{w_{ij}} \leq 1, \\ 1 - \frac{2 \sum_i^{n_j} \min(|p_q - w_{ij}/h_{ij}|)}{n_j} & \text{jinak} \end{cases}$$

$$M(P)_l = \begin{cases} 1 - 2 \min(|p_q - h_{ij}/w_{ij}|) & \frac{h_{ij}}{w_{ij}} \leq 1, \\ 1 - 2 \min(|p_q - w_{ij}/h_{ij}|) & \text{jinak} \end{cases}$$

$$p_q \in \{1 : 1, 1 : \sqrt{2}, \Phi, 1 : \sqrt{3}, 1 : 2\}$$

PRAVIDELNOST

- celistvost mřížky účaří objektů ve scéně
- rovnoměrné rozmístění vodících linek
- ke každé lince přichyčen alespoň jeden objekt



... PRAVIDELNOST

$$M(\mathbf{R}) = \frac{|M(\mathbf{R})_f| + |M(\mathbf{R})_s|}{2}$$

$$M(\mathbf{R})_f = 1 - \frac{n_{oj} + n_{hj}}{2n_j}$$

$$M(\mathbf{R})_b = \begin{cases} 1 - \frac{n_{dij} - 1}{2(n_j - 1)} & n_j > 1, \\ 1 & \text{jinak} \end{cases}$$

... RYTMUS

$$M(\mathbf{T}) = 1 - \frac{|M(\mathbf{T})_o| + |M(\mathbf{T})_h| + |M(\mathbf{T})_a|}{3}$$

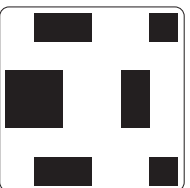
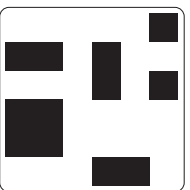
$$M(\mathbf{T})_o = \frac{|Y'_{UL} - Y'_{UR}| + |Y'_{UL} - Y'_{DR}| + |Y'_{UL} - Y'_{DL}| + |Y'_{UR} - Y'_{DR}| + |Y'_{UR} - Y'_{DL}| + |Y'_{DR} - Y'_{DL}|}{6}$$

$$M(\mathbf{T})_h = \frac{|X'_{UL} - X'_{UR}| + |X'_{UL} - X'_{DR}| + |X'_{UL} - X'_{DL}| + |X'_{UR} - X'_{DR}| + |X'_{UR} - X'_{DL}| + |X'_{DR} - X'_{DL}|}{6}$$

$$M(\mathbf{T})_a = \frac{|A'_{UL} - A'_{UR}| + |A'_{UL} - A'_{DR}| + |A'_{UL} - A'_{DL}| + |A'_{UR} - A'_{DR}| + |A'_{UR} - A'_{DL}| + |A'_{DR} - A'_{DL}|}{6}$$

RYTMUS

- rovnoměrný, opakující se výskyt objektů; vizuální motiv
- rytmus = ‚symetrie scény v časové oblasti‘



... RYTMUS

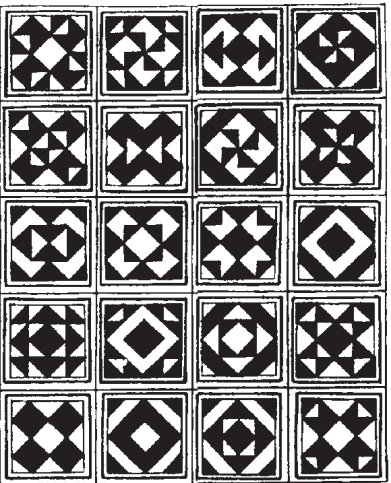
$$Y_j = \sum_i^{n_j} |y_{ij} - y_c|$$

$$X_j = \sum_i^{n_j} |x_{ij} - x_c|$$

$$A_j = \sum_i^{n_j} a_{ij}$$

KONFIGURACE DO VZORŮ

Předchozí míry jsou vesměs parciálními funkcemi souladu scény.

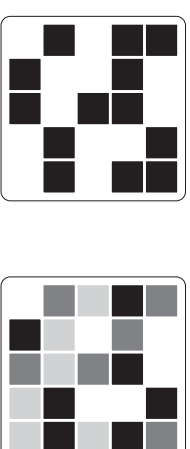


Nikos A. Salingaros,
Allen Klinger —
Vzor vystupuje ze
struktury, která je
netriválně uspořádaná
(soulad + složitost).

TEPLOTA

Teplota T je přímo úměrná počtu různých ve scéně zobrazených forem → zastupuje funkci (prosté) složitosti:

$$T = n_A + n_C + n_S - 3$$



SOULAD

Soulad O je váženým součtem (vybraných) funkcí f z množiny strukturních metrik Θ s váhovými koeficienty α :

Je potřeba určit váhy jednotlivých složek souladu:

$$O = \frac{\sum_f \alpha_f M(f)}{\|\Theta\|}$$

Vystačíme si převážně se symetrií, proporcionalitou, pravidelností a rytmem.

Preference harmonických a ‚předvídatelných‘ textur se neúměrně projeví v hodnocení monotónních, minimalistických scén.

SLOŽITOST

Hodnota **strukturní složitosti** C popisuje míru netriviálního uspořádání scény.

Preference ‚členitě uspořádaných‘ scén:

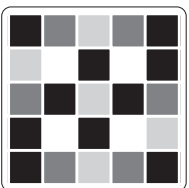
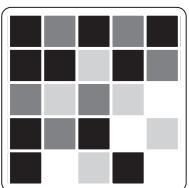
$$C = T (O_{\max} - O)$$

Netrivální scény s vysokým souladem nejsou pro složitost znevýhodňovány.

HARMONIE

Harmonie L je mírou ‚smyslové útechy‘ z vnímání, ‚napětím‘ mezi prostou (neorganizovanou) a strukturální (organizovanou) složitostí:

$$L = T O$$



... UKÁZKA HODNOCENÍ

‚Uspořádaný‘ obraz

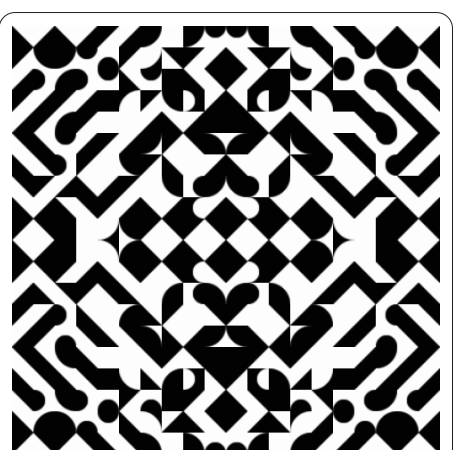
(vysoká složitost, vysoká harmonie)

$$O = 2,688 \quad O_{\max} = 9$$

$$T = 4,140$$

$$C = T (O_{\max} - O) = 26,132$$

$$L = T O = 11,128$$



UKÁZKA HODNOCENÍ

‚Roztříštěný‘ obraz

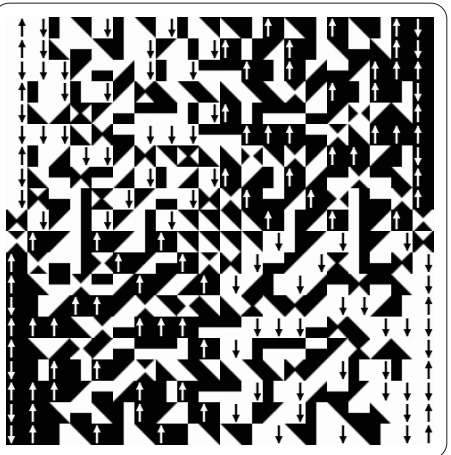
(vysoká složitost, nízká harmonie)

$$O = 0,997 \quad O_{\max} = 9$$

$$T = 4,081$$

$$C = T (O_{\max} - O) = 32,156$$

$$L = T O = 4,001$$



HIERARCHICKÁ KOMPOZICE SCÉNY

Celkový estetický prožitek je výsledkem postupného vnímání dílčích oblastí scény.

Dělení scény: regulární, úplně, adaptivní...

Dílčá estetické míry počítány pro každou platnou oblast, výsledná hodnota je jejich (váženým) průměrem.

Program Arthur pro hodnocení konfigurace obrazu:

<http://fosforos.fi.muni.cz/arthur/>

PERIODICKÉ OPAKOVÁNÍ VZORŮ

Marek Holyňski,

Elaine Lewis —

Estetické hodnocení je

ovlivněno **souladem**

(uspořádanost, dekor dlaždice)

pravidelností (systematicčnost

rozmístění) a **složitostí** scény

(rozsah stimulu, počet symbolů).



Základním prvkem scény je symbol o a složitosti c , $m \times n$ symbolů tvoří dlaždici, transformacemi dlaždice vzniká mozaika (ornament).

PV 097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 40

... VIZUÁLNÍ ATRIBUTY PERIODICKÝCH OBRAZŮ

Empirický výzkum : estetický prožitek je vyvolán při vyšších hodnotách složitosti a pravidelnosti.

Soulad není kvalitním prediktorem estetické kvality.

(Vnímáná je struktura, dekor je podružný.)

Obráz je atraktivní, když: Obráz je málo atraktivní, když:

R je alespoň průměrná \wedge C je nízká \wedge

S je vysoká D je nízká

B je průměrná \wedge H je bílá \vee šedá

R je vysoká

H je modrá

PV 097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 42

VIZUÁLNÍ ATRIBUTY PERIODICKÝCH OBRAZŮ

Složitost $C = \sum_{i=1}^{m \times n} c_i$.

Pravidelnost $R = \sum_{i=1}^{m \times n} r_i$.

Různorodost V : počet různých symbolů v dlaždici.

Hustota D : počet neprázdných symbolů v dlaždici.

Symetrie S : počet generátorů grupy symetrií symbolů v dlaždici.

Vyváženost $B = 2$ pro translaci dlaždic, 1 pro zrcadlení | rotaci o modulo $90^\circ +$ translaci, 0 jinak.

Barva H : obarvení symbolů.

PV 097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 41

LITERATURA

- [1] Marek Holyňski, Robert Garneau a Elaine Lewis. An adaptive graphics interface for effective visual representation. In: A. A. G. Requicha, editor, Proceedings of EUROGRAPHICS '86, strany 195–206. Eurographics Association, 1986.
- [2] Marek Holyňski a Elaine Lewis. Effectiveness standards for computer graphics. In: Proceedings of the Fourth Annual Symposium on Small Computers in the Arts, strany 23–28. IEEE Computer Society, 1984.
- [3] Wassily Kandinsky. Point and Line to Plane. Dover Publications, Inc., New York, N. Y., 1979.
- [4] Allen Klinger a Nikos A. Salingaros. Complexity and visual images. Environment and Planning, 1997. URL: http://www.cs.ucla.edu/sphere/~klinger/image_complexity_7_1_97.html.

PV 097 ◊ Výtvarná informatika | Estetika kompozice a struktury 43

... LITERATURA

- [5] Allen Klinger a Nikos A. Salingaros. A pattern measure. Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, Pion, Ltd., 1999. URL : <http://www.math.utsa.edu/sphere/salingar/PatternMeasure.html>.
- [6] John Landsdown. Visual perception and computer graphics. In: R. A. Earnshaw, editor, *Fundamental Algorithms for Computer Graphics*, strany 1005–1025. NATO ASI Series, Vol. F17, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985.
- [7] David Chek Ling Ngo, Azman Samsudin a Rosni Abdullah. Aesthetic measures for assessing graphic screens. *Journal of Information Science and Engineering*, 16/00:97–116, 2000.
- [8] David Chek Ling Ngo, Lian Seng Teo a John G. Byrne. A mathematical theory of interface aesthetics. URL: <http://turning.mi.sanu.ac.yu/vismath/ngo/index.html>.

... LITERATURA

- [9] Richard P. Taylor, Adam P. Miccolich a David Jonas. Fractal analysis of Pollock's drip paintings. *Nature*, 399:422, 1999.
- [10] T. S. Tullis. Predicting the Usability of Alphanumeric Displays. Disertační práce, Rice University, Kansas, USA, 1984.

INFORMAČNÍ ESTETIKA

EXAKTNÍ ESTETIKA

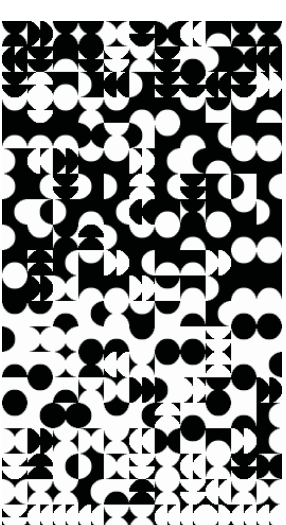
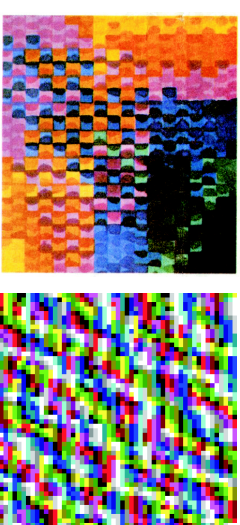
PV 097 ♦ VÝTVARNÁ INFORMATIKA



Verze : podzim 2002

<http://fosforos.fi.muni.cz/pv097/>

ESTETICKÝ OBJEKT JAKO NOSIČ INFORMACE



PV 097 ♦ Výtvarná informatika | Informační estetika 2

ALGORITMICKÁ A STOCHASTICKÁ INFORMACE

Marshal McLuhan — teorie masové komunikace (i v umění).

Max Bense, Abraham Moles, Frieder Nake — na předmět estetického zájmu lze pohlížet jako na zprávu nesoucí estetickou informaci.

Dvojí charakter informace :

- **algoritmická informace** souvisí se strukturálními aspekty konstrukce a vnímání zprávy ;
- **stochastická informace** popisuje míru originality jednotlivých symbolů ve zprávě.

PV 097 ♦ Výtvarná informatika | Informační estetika 1

ALGORITMICKÁ INFORMACE

Konstruktivní přístup : objekt λ je interpretován v algoritmu A pomocí souboru pravidel α , jež vedly k jeho vytvoření.

Obsah α -komponenty — data | posloupnost instrukcí.

Data : objekt musí dodržovat schéma formalizované v interpretačním algoritmu, není potřeba toto schéma upřesňovat dalšími konstrukčními detaily.

Instrukce : množina ‚atomických‘ konstrukčních pravidel musí být úsporná, kompaktní vzhledem ke složitosti objektu.

Obsah λ -komponenty — úplný popis objektu.

PV 097 ♦ Výtvarná informatika | Informační estetika 3

KONSTRUKČNÍ PŘÍSTUP

Je-li α nejkratší vstupní posloupnost interpretacího algoritmu taková, že $A(\alpha) = \lambda$, potom $|\alpha|$ je hodnotou algoritmické složitosti — **entropie** objektu A .

Entropie vystupuje jako minimální informace potřebná k vytvoření předmětu.

Vysoký poměr rozsahu díla vůči entropii \rightarrow esteticky bohatá interpretace.

Estetická míra odpovídá převrácené hodnotě relativní entropie :

$$M(\langle \alpha, \lambda \rangle) = \log_2 \frac{|\lambda|}{|\alpha|}$$

Problém : omezení na konkrétní interpretační algoritmus, který nemusí být univerzálním, rozhodnutelnost minimálního vstupu algoritmu.

EVOKAČNÍ PŘÍSTUP

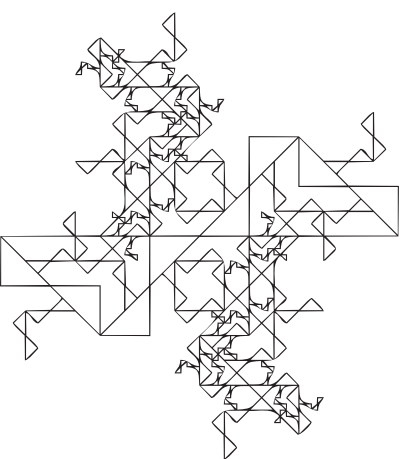
Evokační přístup : objekt λ je interpretován algoritmem A jako soubor evokací β jež vyvolává.

Estetická míra odpovídá množství evokací vyvolaných v časovém intervalu t od počátku vnímání objektu :

$$M(\langle \lambda, \beta \rangle) = \log_2 \frac{|\beta|}{t(\lambda)}$$

Jednoduše : t je počet příkazů vykonaných algoritmem A , aby mohly být ze vstupního popisu λ získány evokace β .

EFEKTIVNÍ REPREZENTACE OBJEKTU



PICTURE []
SITUATION []
POINTS [0, -1; 0, -1]
LINES [1, 2]]
RULE ITERATIONS 4]
POINTS [0, 0; 1/2, 0; 1/4, -1/4;
1/2, -1/2; 3/4, 1/4; 1/2, 1/2; 1, 0]
LINES ARC [4, 6; 2, 3; 3, 4; 2, 5; 5, 6]]

Konverguje-li $|\alpha|$ k $|\lambda|$, objekt bude považován za náhodně vytvořený vzhledem k interpretačnímu algoritmu A .

STOCHASTICKÁ INFORMACE

Estetický prožitek souvisí s originalitou vnímaného díla.

Nízká míra překvapení, minimální úsilí pro přijetí estetické informace \rightarrow dílo je všední, málo atraktivní.

Vysoká míra překvapení, nadměrné úsilí pochopit, poselství \rightarrow síla je spleťté, nesrozumitelné.

Hranice, nízké ' a, vysoké ' míry překvapení jsou individuální.

Maximální pocit uspokojení z vnímání je vyvolán s okamžikem rozpoznání a dešifrování estetické informace.

ENTROPIE

Zpráva je množinou dlíčích symbolů $\mathcal{M} = \{s_i\}$.

Informace je mírou uspořádanosti zprávy.

Kolik informace je potřeba k pochopení zprávy?

Claude Shannon — **entropie** H určuje střední hodnotu míry informace potřebné k odstranění neurčitosti dané konečným počtem vzájemně se vylučujících výskytů symbolů.

Entropie znaku s_i s pravděpodobností výskytu P_i :
(nejméně očekávaný znak přináší nejvíc informace)

$$H_i = \log_2 \frac{1}{P_i} = -\log_2 P_i$$

... ENTROPIE

Temporální entropie $H_t^i = -\log_2 Q_i$ (Q rel. pravděpodobnost v čase t).

Průměrná entropie $H_t^i = \sum_{t=1}^N H_t^i / N$ (N je kardinalita zprávy).

Entropie celé zprávy je mírou informace estetického objektu (mírou neurčitosti, kterou nese průměrně jeden symbol zprávy):

$$H = -\sum_{i=1}^m P_i H_i$$

Maximální entropie zprávy H_{\max} nastane při rovnoměrném rozložení pravděpodobností výskytu symbolů.

... ENTROPIE

Z definice lze odvodit následující vlastnosti:

- Hodnota entropie je nezáporná.
- Malá změna pravděpodobnosti výskytu znaku způsobí malou změnu entropie zprávy.
- Hodnota entropie nezávisí na pořadí, v jakém jsou přijímány její znaky.
- Entropii netriviální zprávy lze určit z entropií menších celků.

INFORMAČNÍ OBSAH

Informační (estetický) obsah zprávy délky N o m různých symbolech:

$$I = NH$$



$$I = 13,7 \text{ b}$$

$$I = 8,3 \text{ b}$$

$$I = 13,1 \text{ b}$$

Pro zprávy s maximální entropií platí:

$$I = -m \sum_{i=1}^m \frac{1}{m} \log \frac{1}{m} = m \log m$$

PSYCHOMETRICKÉ ASPEKTY

„Kognitivní vědy částečně přešly od sledování variací ke snaze kvantifikovatelným informacím. Platí zde však přímá úměra: čím větší změna, tím více informace. Pochopitelně jen do určité míry, přesáhne-li změna kognitivní kapacitu příslušné mysli, vnímatel získá jedinou a poměrně chudou informaci o vlastní nedostatečnosti, případně odmítne stimulující objekt jako informačně chudý. Velikost změny odpovídá očekávatelnosti.“

V. Zuska

INFORMAČNÍ TOK

Informační tok I' je mírou přenosu informace.

Přenos je omezen **kapacitou** percepčního kanálu $c = \text{sup}(I')$.

Empirický odhad: $c = 16 \text{ b/s}$, paměť však aktivně uchovává pouze $0,7 \text{ b/s}$ po dobu 8 sekund!

Efektivní kapacita paměti je kritériem srozumitelnosti zprávy:

$$c_M = c_{\text{ref}} \cdot t_{\text{ref}}$$

Referenční kapacita $c_M = 128 \text{ bitů}$ je kritériem okamžité srozumitelnosti; obsáhlejší zprávy nelze pochopit, 'naráz'.

... PSYCHOMETRICKÉ ASPEKTY

1. **Vnímání** — uložení do krátkodobé paměti; $\tau = 50 - 200 \text{ ms}$.
 - Vizualní paměť: $\delta = 70 - 1000 \text{ ms}$, $\mu = 17 \text{ znaků}$
 - Zvuková paměť: $\delta = 900 - 3500 \text{ ms}$, $\mu = 5 \text{ zvuků}$
2. **Porozumění** — vyhledávání, rozhodování, transformace dat v rozhodovacím systému; $\tau = 25 - 170 \text{ ms}$.
 - Dlouhodobá paměť: $\delta = \infty$, $\mu = \infty$ (hypoteticky)
 - Pracovní paměť: $\delta = 5 - 220 \text{ s}$, $\mu = 5 - 9 \text{ položek}$
3. **Reakce** — vykonání odezvy; $\tau = 30 - 100 \text{ ms}$.

REDUNDANCE

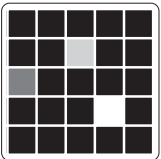
Srozumitelnost zprávy usnadňují symboly odkazující se na již zjevenou informaci (zlepšují čitelnost, vesměs nezvyšují informační obsah).

Vztah mezi entropií a maximální entropií popisuje **redundance**:

$$R = 1 - \frac{H}{H_{\text{max}}}$$

Redundance z kvalitativně spoolehlivost přenosu informace — odstraňuje vliv šumu, zvyšuje srozumitelnost, estetický obsah zprávy (nikoli obsah, 'umělecký': příliš redundance \Rightarrow užívání klisé \Rightarrow kýč).

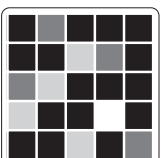
UKÁZKA HODNOCENÍ



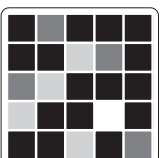
$H_{\text{black}} = 0,2 \text{ b}$, $H_{\text{grey}} = 4,6 \text{ b}$
 $H_{\text{pale}} = 4,6 \text{ b}$, $H_{\text{white}} = 4,6 \text{ b}$
 $I = 18,0 \text{ b}$, $R = 64 \%$, $t = 1,1 \text{ s}$



$H_{\text{black}} = 1,3 \text{ b}$, $H_{\text{grey}} = 2,1 \text{ b}$
 $H_{\text{pale}} = 2,3 \text{ b}$, $H_{\text{white}} = 2,6 \text{ b}$
 $I = 47,8 \text{ b}$, $R = 4 \%$, $t = 3,0 \text{ s}$



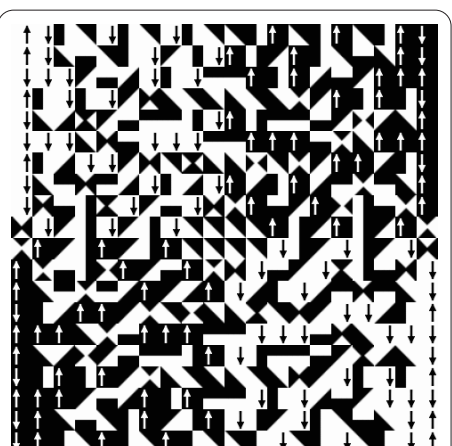
$H_{\text{black}} = 0,6 \text{ b}$, $H_{\text{grey}} = 2,6 \text{ b}$
 $H_{\text{pale}} = 2,6 \text{ b}$, $H_{\text{white}} = 4,6 \text{ b}$
 $I = 36,1 \text{ b}$, $R = 28 \%$, $t = 2,3 \text{ s}$



$H_{\text{black}} = 1,8 \text{ b}$, $H_{\text{grey}} = 2,1 \text{ b}$
 $H_{\text{pale}} = 2,1 \text{ b}$, $H_{\text{white}} = 2,1 \text{ b}$
 $I = 50,0 \text{ b}$, $R = 0 \%$, $t = 3,1 \text{ s}$

PV 097 ◊ Vytvářená informatika | Informatiční estetika 16

UKÁZKA HODNOCENÍ



$m = 5$

$H = \sum_{i=1}^m P_i H_i = 2,242 \text{ b}$

($H_{\text{max}} = 2,322 \text{ b}$; $H_{\text{sup}} = 8,644 \text{ b}$)

$I = NH = 896,806 \text{ b}$

($I_{\text{max}} = 928,771 \text{ b}$; $I_{\text{sup}} = 3457,543 \text{ b}$)

$I' = I/t_{\text{ref}} = 112,101 \text{ b s}^{-1}$ ($t_{\text{ref}} \stackrel{\text{def}}{=} 8 \text{ s}$)

$t_{\text{min}} = I/c_{\text{ref}} = 56,050 \text{ s}$ ($c_{\text{ref}} \stackrel{\text{def}}{=} 1,6 \text{ b s}^{-1}$)

$q = t_{\text{ref}}/t_{\text{min}} = 0,143$

$R = 1 - H/H_{\text{max}} = 3,442 \%$

PV 097 ◊ Vytvářená informatika | Informatiční estetika 18

DALŠÍ INFORMAČNÍ MÍRY

Fred Attneave, Herbert Franke — další rozvoj informační estetiky.

Míra překvapení, **neočekávanost**, je de facto relativní entropií:

$$U_i = \frac{H_i}{H}$$

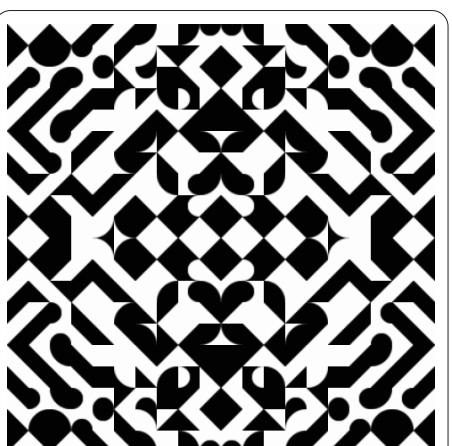
Míra nápaditosti, **obrazotvornost**:

$$A_i = Q_i U_i$$

Relativní obrazotvornost $A'_i = A_i/m - 1$, maximum při $Q_i = 37 \%$.

PV 097 ◊ Vytvářená informatika | Informatiční estetika 17

UKÁZKA HODNOCENÍ



$m = 7$

$H = \sum_{i=1}^m P_i H_i = 1,869 \text{ b}$

($H_{\text{max}} = 2,807 \text{ b}$; $H_{\text{sup}} = 8,644 \text{ b}$)

$I = NH = 747,517 \text{ b}$

($I_{\text{max}} = 1122,931 \text{ b}$; $I_{\text{sup}} = 3457,543 \text{ b}$)

$I' = I/t_{\text{ref}} = 93,440 \text{ b s}^{-1}$ ($t_{\text{ref}} \stackrel{\text{def}}{=} 8 \text{ s}$)

$t_{\text{min}} = I/c_{\text{ref}} = 46,720 \text{ s}$ ($c_{\text{ref}} \stackrel{\text{def}}{=} 1,6 \text{ b s}^{-1}$)

$q = t_{\text{ref}}/t_{\text{min}} = 0,171$

$R = 1 - H/H_{\text{max}} = 33,432 \%$

PV 097 ◊ Vytvářená informatika | Informatiční estetika 19

LITERATURA

- [1] Rudolf Arnheim. Entropy and Art : an Essay on Disorder and Order. University of California Press, Berkeley LA London, 1971. URL : <http://acnet.pratt.edu/~arch543p/readings/Arnheim.html>.
- [2] Rudolf Arnheim. Art and Visual Perception : a Psychology of the Creative Art. University of California Press, Berkeley LA, 1974.
- [3] Herbert W. Franke. Computer Graphics — Computer Art. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1985.
- [4] Remko Scha a Rens Bod. Computacionele esthetica. Informatie en Informatiebeleid, 1/11:54-63, 1993. URL : <http://www2.netcetera.nl/~iaaa/rs/theory.html>.
- [5] Jürgen Schmidhuber. Low-complexity art. LEONARDO. Journal of the International Society for the Arts, Sciences, and Technology, 30(2):97-103, 1997.

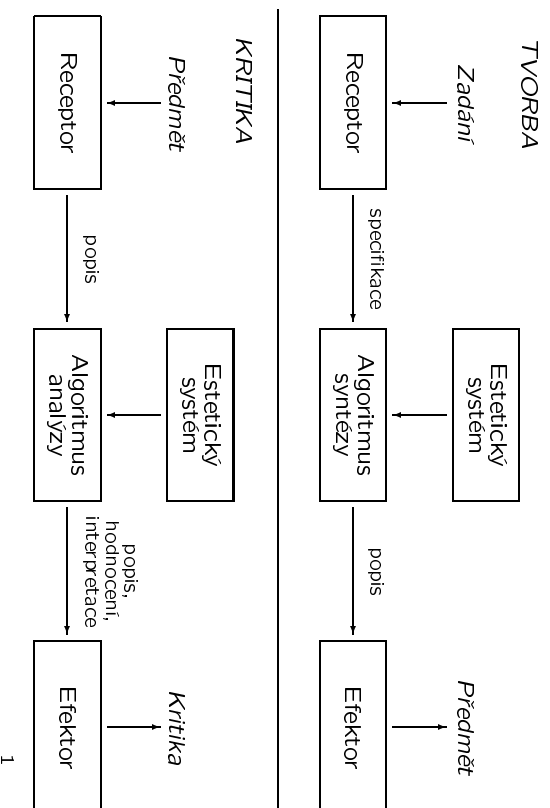
11 Kybernetická estetika

- estetický systém : interpretace
- estetický systém : hodnocení
- algoritmus syntézy a analýzy

Verze : zima 2001

<ftp://fosforos.fi.muni.cz/public/p097/doc/kyberestetika-slidy.ps.gz>

Estetické algoritmy



Receptory

Receptory umožňují smyslový, vstupní kontakt estetického algoritmu s okolním světem.

TVORBA

Sestavení specifikace ϕ , definované vstupními podmínkami odvozenými ze zadání, externích (skutečnosti) a interních omezení (emoce, cítění).

KRITIKA

Sestavení takového popisu předmětu, který je v souladu s metodami a záměry kritiky. Popis λ je úplným vyčtem aspektů bráných v úvahu při interpretaci předmětu (pouze popsané atributy jsou při interpretaci zohledněny).

Jediný předmět může být charakterizován různými popisy (lze jej vnímat z více či méně vhodných hledisek kritiky). Pokud je předmětem přiřazen stejný popis, pak jsou pro interpretační algoritmus nerozlišitelné, esteticky identické.

Problém : Může být originál a padělek esteticky identický? Nemůže, receptory musí zdárně „odhalovat detail v celku“.

Efektory

Efektory poskytují estetickému algoritmu výkonné nástroje.

TVORBA

Vytvoření předmětu podle jeho popisu (\rightsquigarrow algoritmus syntézy), získaného ze specifikace zadání (\rightsquigarrow receptor).

KRITIKA

Formulace kritického výroku na základě popisu předmětu (\rightsquigarrow receptor), interpretace a estetického hodnocení (\rightsquigarrow algoritmus analýzy).

Estetický systém

Estetický systém $A = (\mathbb{I}_A, R, E, S)$ je tvořen interpretací celkem (popis \rightarrow interpretace) a hodnotícím celkem (interpretace \rightarrow estetická hodnota).

INTERPRETACE

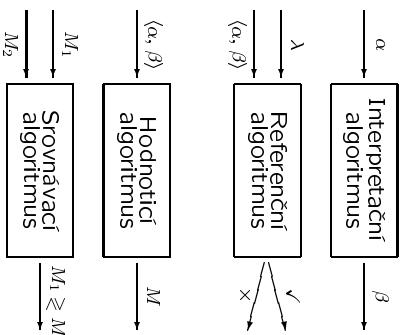
A : Generátor množiny \mathbb{I}_A možných interpretací; $\mathbb{I}_A = \{ \langle \alpha, \beta \rangle \mid A(\alpha) = \beta \}$.

R : Svázání možných interpretací s popisem. „Je $\langle \alpha, \beta \rangle$ interpretací předmětu popsaného jako λ ?“

HODNOCENÍ

E : Přřazení estetické hodnoty M interpretaci $\langle \alpha, \beta \rangle$.

S : Porovnání estetických hodnot M_1, M_2 .



4

Interpretace

Interpretace $J = \langle \alpha, \beta \rangle$ definuje, jak lze popsaný předmět vnímat při respektování konvencí jistého estetického kánonu.

- Interpretací algoritmus — vytvoření prostoru možných interpretací.
- Referenční algoritmus — omezení prostoru interpretací na případy, které jsou v relaci s daným popisem.

Dvojice $\langle \alpha, \beta \rangle \mid A(\alpha) = \beta$ musí splňovat obecné zásady platné pro všechny interpretace v estetickém systému, stejně jako specifické podmínky pro interpretace odpovídající danému popisu.

Předmět je akceptovaný estetickým systémem tehdy, existuje-li k němu alespoň jedna interpretace.

TVORBA: Konstruktivní přístup — z čeho a jak předmět sestává.

KRITIKA: Evokační přístup — jaké představy předmět vyvolává.

5

Interpretace — konstrukce

$J = \langle$ pravidla pro konstrukci, popis \rangle
 $\lambda \rightsquigarrow$ výčet relevantních aspektů předmětu.

$A_\beta \rightsquigarrow$ předpis, kterým jsou pravidla α použita k vytvoření popisu λ .

Pravidla pro konstrukci jsou zakódovaným popisem na úrovni prostředků poskytovaných interpretací algoritmem, s přihlédnutím ke konvencím platným v daném estetickém systému. Vstup interpretacího algoritmu:

1. Instrukce — A_β je interpretem instrukcí, řízeným pravidly pro výběr možných interpretací.

2. Data — A_β je implementací takového předpisu k vytvoření popisu na základě α , který jednoznačně specifikuje λ .

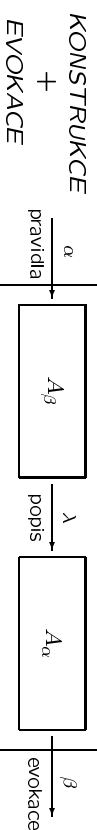
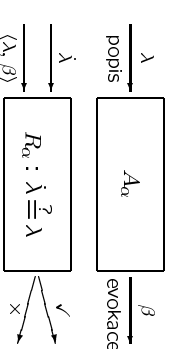
6

Interpretace — evokace

$J = \langle$ popis, evokace \rangle

$\lambda \rightsquigarrow$ výčet relevantních aspektů předmětu.

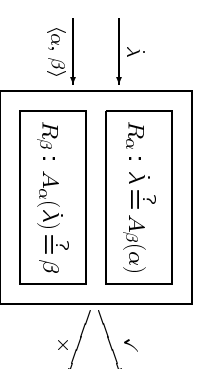
$A_\alpha \rightsquigarrow$ předpis zjišťující jaké asociace, emoce a představy β popis λ evokuje.



$J = \langle$ pravidla pro konstrukci, evokace \rangle

$R_\alpha \rightsquigarrow$ více interpretací, popisujících vnitřní strukturu předmětu (*forma, kompozice*).

$R_\beta \rightsquigarrow$ nejvýše jedna interpretace, vymezující s předmětem svazané evokace (*výraz, ztvárnění*).

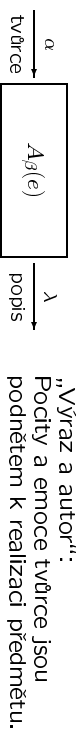


7

Interpretace — výraz

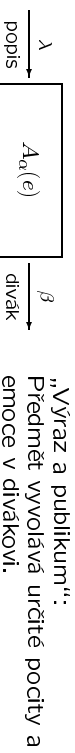
Výraz (*expression*) odpovídá pocitům a emocím spojeným s předmětem.

KONSTRUKCE



Interpretace říká, jak je předmět vnímán v kontextu autorských emocí, jež se projevíly při jeho tvorbě.

EVOKACE

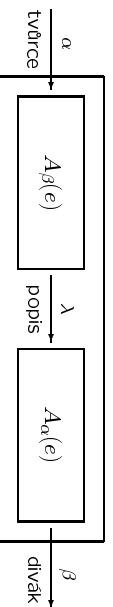


Interpretace říká, jak je předmět chápán z pohledu emocí, které vyvolává u publika.

8

... Interpretace — výraz

KONSTRUKCE + EVOKACE



„Výraz jako sdělení“:

Pocitý a emoce tvůrce jsou vtisknuty do předmětu, který následně evokuje — ideálně tytéž — pocitý a emoce v divákovi.

Jiné metody evokace

„Výraz v rámci díla samotného“:

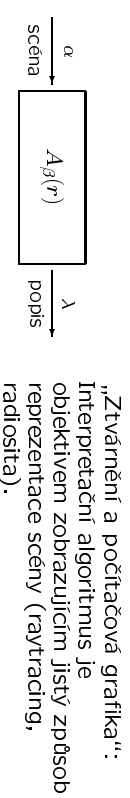
Předmět může být posuzován z hlediska pocitů a emocí přítomných subjektů (postav v daných rolích) nebo evokaci spojených s jejich zpodobněním a celkovým pojetím předmětu.

9

Interpretace — ztvárnění

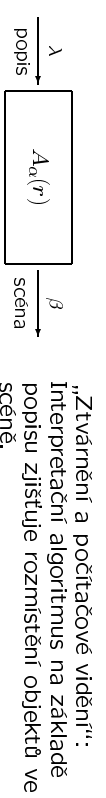
Ztvárnění (*representation*) představuje způsob 2D znázornění (~> popis) 3D scény (~> specifikace).

KONSTRUKCE



Konvence estetického systému uložené v interpretačním algoritmu určují, zda je popisovaný obraz ztvárněním scény.

EVOKACE



Je-li popis nejednoznačný, tj. evokuje více možných scén, pak výstupní komponenta interpretace obsahuje všechny takové scény.

10

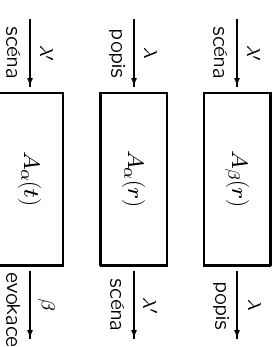
Interpretace — srozumitelnost

Srozumitelnost (*transparency*, „co obraz znamená“) závisí na vzhledu do scény či porozumění kontextu, na němž se předmět odvolává.

K popisované scéně lze přiřadit množství asociací, emocí a představ; didaktické nebo propagandistické chápání díla je mezním případem srozumitelnosti.

Interpretační algoritmy:

- Algoritmus počítačové grafiky.
- Algoritmus počítačového vidění.
- Evokační algoritmus.

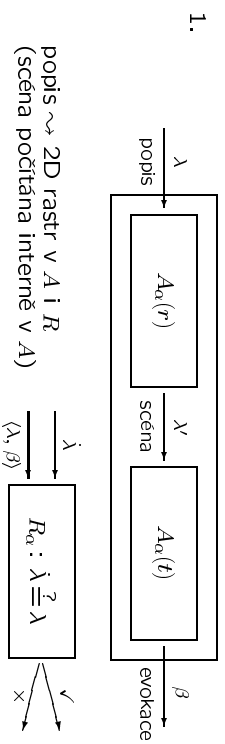


11

... Interpretace — srozumitelnost

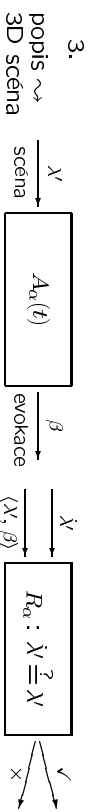
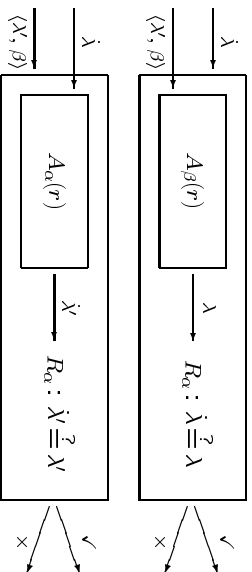
Při interpretaci obrazu z hlediska srozumitelnosti je dvojrozměrně reprezentovaný předmět nahrazován prostorovou (vícerozměrnou) scénou. Možné interpretace charakterizuje míra uplatnění popisu předmětu vůči specifikaci scény.

V každé z následujících metod se role 2D popisu vytrácí a roste vliv 3D vymezení scény:



12

... Interpretace — srozumitelnost



13

Interpretace — forma

Forma (*form*) souvisí s kompozicí předmětu a vzájemnými vztahy mezi komponentami. Formou se rozumí způsob návrhu, plán díla. Předmět je z hlediska formy chápán jako celek sestávající z částí, které charakterizuje vzájemný vztah i jejich vztah k celku. V předmětu lze rozeznat skladbu (*structure*), schéma (*pattern*) a souměrnost (*regularity*).

TVORBA

KONSTRUKCE	EVOKACE
Autor dodržuje (záměrně nebo intuitivně) <i>estetický kánon</i> , jehož pravidly se řídí při návrhu uspořádání a provázání forem.	Autor vytváří takové uspořádání a provázání forem, které evokuje či přímo svědčí o přítomnosti estetických zákonitostí.

14

... Interpretace — forma

KRITIKA	EVOKACE
Divák vnímá (vědomě nebo mimovolně) estetické zákonitosti v uspořádání a provázání forem.	Divák cítí soulad v uspořádání a provázání forem, ale nevnímá konkrétní pravidla, která k takové kompozici vedla.

Snahou autora (umělce, počítače) je vytvořit formálně perfektní předmět, tedy dodržovat estetický kánon při návrhu uspořádání a provázání forem.

Vnímavé publikum dokáže indikátory estetická rozpoznat a „dešifrovat“ a takové dílo ocenit.

Interpretační algoritmus forem stanovuje, jaký řád, jaký dojem pravidelnosti či míru respektování plánu díla vyvolávají skutečně aplikovaná pravidla.

15

... Interpretace — forma

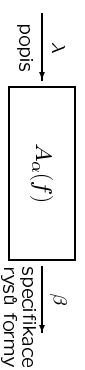
KONSTRUKCE



Forma je vnímána z pohledu pravidel pro konstrukci nebo principů uspořádání komponent předmětu.

Interpretace stanovuje komponenty předmětu (tvar, struktury, barvy) a nese informaci o jejich uspořádání a provazanosti.

EVOKACE



Forma je vnímána z pohledu přímo pozorovatelných rychlých nebo atributů předmětu.

Interpretace je tvrzením o skladbě, schématu a souměrnosti předmětu s použitím pojmového aparátu formálních vlastností (vyváženost, symetrie, kompozice).

Na základě popisu lze určit, zda je předmět po formální stránce perfektní a tedy vyvolává patřičné estetické emoce.

16

... Hodnocení

$$E((\alpha, \beta)) = |\beta| / |\alpha|$$

(1)

Funkce estetické míry předepsaná hodnotícím algoritmem E upřesňuje takové interpretace $\langle \alpha, \beta \rangle$, jejichž vstupní komponenta je kratší, kompaktnější vzhledem k výstupní komponentě.

Algoritmus E přiřazuje vysokou estetickou hodnotu interpretacím, které jsou v kontextu interpretačního algoritmu pravidelné, periodické, redundantní. Estetická míra dosahuje maxima při neúspěšnější specifikaci γ pro daný algoritmus A .

Hodnotících kritérií uměleckých forem je stejně mnoho, jako je možných způsobů jejich interpretace!

18

Hodnocení

Hodnocení $\xi = \mu(\gamma)$ přiřazuje estetickou hodnotu interpretaci.

- Hodnotící algoritmus — určení estetické hodnoty.
- Srovnávací algoritmus — porovnání estetických hodnot.

Hodnotící a srovnávací algoritmy estetického systému poskytují nástroje pro výběr nejlepší interpretace předmětu; respektují přitom konvence uložené v interpretačním algoritmu.

Funkce estetické míry závisí na „měřítku“ výpočtu hodnotícího algoritmu:

1. *Celková charakteristika* interpretace — algoritmus E např. počítá s délkami komponent interpretace a posuzuje efektivitu kódování.
2. *Konkrétní vlastnosti* interpretace — algoritmus E hledá vyskyt konkrétních znaků nebo jejich posloupností v komponentách interpretace.

17

Hodnocení — konstrukce

Estetická hodnota interpretace je poměrem délek výstupní posloupnosti symbolů, odpovídající *popisu* předmětu, a vstupní posloupnosti, poskytující *informaci o konstrukci*, postup vytvoření takového popisu.

$$E_{\beta}((\alpha, \lambda)) = |\lambda| / |\alpha|$$

(2)

Jsou-li vstupem interpretačního algoritmu instrukce k sestavení λ , interpretace má vysokou estetickou hodnotu v E_{β} tehdy, když je množina pravidel pro konstrukci předmětu kompaktní a jednotlivá pravidla jsou definována optimálně.

Popis předmětu musí vykazovat užítí pravidel a postupů, které jsou obsaženy v instrukcích.

Jsou-li vstupem interpretačního algoritmu data specifikující λ , interpretace má vysokou estetickou hodnotu v E_{β} tehdy, pokud lze postup konstrukce předmětu odvodit z relativně malého objemu dat.

Popis předmětu musí dodržovat pravidla a postupy interpretačního algoritmu, takže tvorbu předmětu není nutné upřesňovat dalšími konstrukčními detaily.

19

Hodnocení — jednota a rozmanitost

Jednotou U (*unity*) se rozumí koherence, uspořádanost a vzájemná souvislost percepčních aspektů předmětu; rozmanitost V (*variety*) je dána jejich množstvím a pestroostí.

Předmět lze z interpretačního i hodnotičho hlediska považovat za koherentní, uspořádaný a formálně sjednocený, pokud je možná pravidel k sestavení jeho popisu kompaktní. Délka posloupnosti symbolů, nesoucích informaci potřebnou k sestavení popisu, je nepřímou úměrná míře jednoty.

Délka popisu předmětu odpovídá počtu interpretačních a hodnotičích aspektů a bohatosti jejich instancí; délka popisu je mírou rozmanitosti.

$$E_{\beta} \approx V \cdot U$$

G. Th. Fechner : jednota $|\alpha|^{-1}$, rozmanitost $|\beta|$

G. Eysenck : soulad $|\alpha|^{-1}$, složitost $|\beta|$

G. D. Birkhoff : soulad $|\alpha|^{-1}$, složitost $|\beta|^{-1}$

M. Beardsley, G. Dickie : jednota $|\alpha|^{-1}$, intenzita $|\beta|$, komplexnost $|A|$

20

... Hodnocení — teorie informace

Estetická hodnota přiřazená interpretaci je rovna poměru entropie nahodné věty délky $|\lambda|$ a entropie popisu λ :

$$E_{\beta} \approx \frac{H(\text{RAND}(\lambda))}{H(\lambda)}$$

Estetická míra odpovídá inverzní hodnotě relativní entropie.

Problémy a omezení:

- „Vnímání entropie“ — délka vstupní komponenty *existující* interpretace s nejvyšší estetickou hodnotou (problém v rozhodnutelnosti, zda je dána věta minimálním vstupem algoritmu).
- „Entropie vzhledem k algoritmu“ — omezení na konkrétní interpretaci algoritmus A , který nemusí být univerzálním výpočtním mechanismem.

22

Hodnocení — teorie informace

Entropie zde *není* statistickou „střední hodnotou míry informace potřebné k odstranění neurčitosti dané konečným počtem vzájemně se vylučujících jevů“!

Je-li α posloupností symbolů nad binární abecedou a zároveň minimálním vstupem algoritmu A takovým, že $A(\alpha) = \beta$, potom je $|\alpha|$ vnímána informační složitost (entropie) β vzhledem k A .

Entropie H je definována jako délka nejkratšího vstupu pro univerzální výpočetní mechanismus (TS), generujícího danou výstupní větu. Věty s hodnotou entropie blížící se jejich délce se nazývají *nahodné*.

Entropii předmětu se rozumí entropie jeho popisu λ , tedy délka nejkratší vstupní komponenty α interpretace $\langle \alpha, \lambda \rangle$.

21

Hodnocení — evokace

Estetická hodnota interpretace je poměrem délek výstupní posloupnosti symbolů odpovídající *evokacím*, které předmět vyvolává, a vstupní posloupnosti, poskytující jeho popis.

$$E_{\alpha}(\lambda, \beta) = |\beta| / |\lambda| \quad (3)$$

KONSTRUKCE + EVOKACE

Estetická hodnota přiřazená interpretaci $\langle \alpha, \beta \rangle$ je rovna součinu estetických hodnot interpretací $\langle \alpha, \lambda \rangle$ a $\langle \lambda, \beta \rangle$:

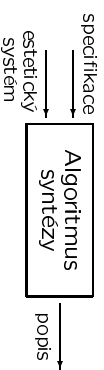
$$E(\langle \alpha, \beta \rangle) = \frac{|\beta|}{|\alpha|} = \frac{|\lambda|}{|\alpha|} \cdot \frac{|\beta|}{|\lambda|} = E_{\beta}(\langle \alpha, \lambda \rangle) \cdot E_{\alpha}(\langle \lambda, \beta \rangle)$$

Interpretaci předmětu je přiřazena relativně vysoká estetická hodnota v hodnotícím celku E_{β} , pokud jeho formální specifikace není složitá; v E_{α} pak tehdy, skýtá-li předmět bohaté evokace.

23

Algoritmus syntézy

Algoritmus syntézy stanovuje popis předmětu na základě vstupní specifikace s využitím estetického systému, založeného na principu tvorby. Popisem se řídí efektoři při tvorbě předmětu.



Popis λ charakterizuje předmět splňující zadané podmínky ve specifikaci, jehož interpretace v A je esteticky nejhodnotnější.

Na základě specifikace zadání (\rightsquigarrow receptor) najdi takový popis v A , který odpovídá zadání a k němuž existuje ($\rightsquigarrow R$) interpretace ($\rightsquigarrow A$) s nejvyšší ($\rightsquigarrow S$) estetickou hodnotou ($\rightsquigarrow E$).

24

... Algoritmus syntézy

Specifikace materiálních vlastností předmětu (*konstrukce*) ovlivňuje jeho popis. Podmínky určující „jak má být předmět chápán“ (*evokace*) se odrážejí v interpretaci předmětu.

Předmět odpovídá zadání tehdy, když jeho popis i vhodná interpretace splňují zadané podmínky.

V oblasti tvorby sestává prostor možných řešení ze všech sekvencí symbolů, odpovídajících popisu. Vyběrová kritéria zjišťují, zda :

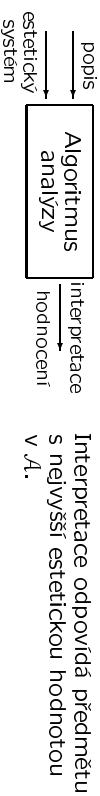
1. popis splňuje zadané podmínky,
2. k popisu existuje interpretace splňující zadané podmínky,
3. takové interpretaci je přiřazena nejvyšší estetická hodnota.

Design může být chápán jako heuristické vyhledávání mezi interpretacemi estetického systému. Důla s vysokou estetickou hodnotou se v rámci daného systému nejlší provedením a stylově si odpovídají.

25

Algoritmus analýzy

Algoritmus analýzy stanovuje interpretaci a hodnocení předmětu na základě popisu s využitím estetického systému, založeného na principu kritiky.



Na základě popisu předmětu (\rightsquigarrow receptor) najdi takovou interpretaci ($\rightsquigarrow A$) v A , která odpovídá popisu ($\rightsquigarrow R$) a které je přiřazena estetická hodnota ($\rightsquigarrow E$) vyšší než ($\rightsquigarrow S$) ostatním interpretacím.

V oblasti kritiky sestává prostor možných řešení ze všech sekvencí symbolů, odpovídajících interpretacím. Vyběrová kritéria zjišťují, zda :

1. interpretace odpovídá zadanému popisu,
2. této interpretaci je přiřazena nejvyšší estetická hodnota.

26

Literatura

George Shiny a James Gips, Aesthetic Systems, Technical Report CS-337, Computer Science Department, Stanford University, 1973.

George Shiny a James Gips, Algorithmic Aesthetics: Computer Models for Criticism and Design in the Arts, University of California Press, Berkeley, Cal., 1978.



Ivo Šerba, serba@fi.muni.cz
Tomáš Straudek, toms@fi.muni.cz
Fakulta informatiky, MU Brno
2000–2001

27