

Slovní popis barvy hudebního zvuku: I. Percepční prostory slovních atributů

Jan Štěpánek, Ondřej Moravec

Výzkumné centrum hudební akustiky, Zvukové studio HAMU
Malostranské nám. 13, 118 00 Praha 1, Czech Republic
jan.stepanek@hamu.cz www.hamu.cz/sound

Abstract

Three sound-context free experiments were provided with the Czech music professionals: questionnaire survey for the collection of verbal attributes used for the description of timbre, dissimilarity pair test with 25 mostly used verbal attributes and the test of suitability of 60 verbal attributes for the description of other aspects of music performance. The dissimilarity pair test described in this contribution was provided with five groups of professionals (players of string, wind and keyboard instruments, composers & conductors and sound designers). Common and group perceptual spaces of verbal attributes were acquired using multidimensional scaling method and compared using embedding technique. Common three-dimensional perceptual space of verbal attributes constitute dimensions: 1. *gloomy, dark – clear, bright*, 2. *harsh, rough – delicate*, 3. *full, wide – narrow*. At least two first dimensions are shared by all participating groups of professionals.

Úvod

Vícedimenzionální povaha barvy hudebního zvuku je jedním z důvodů obtížnosti jejího popisu. Klasický přístup ke studiu barvy zvuku (Bismarck 1974 a, b, Grey 1977) je založen na poslechových testech zvoleného kontextu zvukových podnětů. Zjištěné vlastnosti či dimenze jsou však nepochybně platné jen pro studovaný kontext, možnost jejich zobecnění je omezená a bez dalších experimentů diskutabilní. Dosažené výsledky mohou být navíc závislé na složení skupiny hodnotitelů (posluchačský kontext).

Pokusem vyhnout se výše zmíněným úskalím je přístup C. Stumpfa (Stumpf 1890), který bez poslechových experimentů čistě spekulativním postupem stanovil základní dimenze barvy zvuku: 1. *tmavý – světlý*, 2. *tupý / měkký – ostrý / hrubý*, 3. *plný / široký – prázdný / tenký*.

Cílem grantového projektu "Percepční prostory barvy hudebního zvuku a jejich slovní popis" (projekt GA ČR č. 202/02/1370), řešeného v letech 2002 až 2004 (Štěpánek, Moravec 2004, 2005 a, b) bylo studium slovního popisu barvy hudebního zvuku, zejména nalezení obecného percepčního prostoru, stanovení počtu jeho dimenzí a nalezení slovních atributů popisujících jednotlivé dimenze, a dále zjištění existence skupinových percepčních prostorů.

Metodika výzkumu byla založena na zjišťování názorů hudebníků bez použití konkrétního zvukového kontextu. V první etapě řešení projektu byly formou dotazníku získány slovní atributy, používané k popisu barvy hudebního zvuku v českém jazykovém prostředí (Moravec, Štěpánek 2003 a, b). Ve druhé etapě, jejíž výsledky jsou popsány v tomto příspěvku, byly studovány vzájemné vztahy nejčastěji používaných slovních atributů (částečné výsledky viz též Moravec, Štěpánek 2004). Třetí etapa (viz též Moravec, Štěpánek 2005 a) byla zaměřena na zjišťování názorů na vhodnost použití vybraných slovních atributů k popisu blíže vymezeného aspektu spojeného s produkcí hudby, její výsledky jsou popsány v tomto sborníku ve druhé části příspěvku (Moravec, Štěpánek 2005 b).

Metoda

Metodiku zvolenou pro řešení projektu je možno nahlížet jako aplikaci klasických psychologických postupů testování a hodnocení, která však není spojena s konkrétními zvuky, ale mapuje názory odrážející současnou hudební estetiku zejména v oblasti klasické hudby i individuální poslechovou zkušenost. Ve druhé etapě výzkumu byl proveden párový test nepodobnosti slovních atributů, jako podněty bylo použito 25 nejčtetnějších slovních atributů získaných v dotazníkovém průzkumu v první etapě projektu. Seznam použitých slovních atributů je v Tab. 1. Úkolem respondentů bylo stanovení míry nepodobnosti vzhledem k barvě hudebního zvuku ve všech párech slovních atributů, přípustné hodnoty byly v rozmezí od 0 (žádná odlišnost) do 5 (maximální odlišnost). Test byl připraven v prostředí MATLAB.

Získané matice nepodobností byly vyhodnoceny metodou multidimenzionálního škálování (Multidimensional Scaling, MDS) (Borg, Groenen 1997) pomocí programu CLASCAL, který kromě zkonstruování percepčního prostoru (převod nepodobností mezi podněty na euklidovské vzdálenosti) a určení počtu jeho dimenzí též stanovuje rozdělení respondentů do tříd s podobnými modely hodnocení (latent class approach) (Winsberg, De Soete 1993). Kromě společného percepčního prostoru byly pomocí programu CLASCAL nalezeny i skupinové percepční prostory pro jednotlivé profesní skupiny respondentů testu (Tab.2).

Vzájemné porovnání společného a skupinových percepčních prostorů bylo provedeno metodou zakomponování (Borg, Groenen 1997, Štěpánek 2004). Zakomponování externí škály (škály s hodnotami popisujícími tytéž objekty jako percepční prostor, ale získanými na něm nezávislým způsobem) do percepčního prostoru spočívá v nalezení směru v percepčním prostoru, pro který nabývá korelace mezi hodnotami škály a hodnotami průmětu objektů na tento směr svého maxima. Pro porovnání percepčních prostorů byly za externí škály zvoleny postupně jednotlivé dimenze porovnávaného prostoru. Za úspěšné zakomponování bylo považováno takové, které mělo statisticky významnou maximální korelaci. Pro posouzení podobnosti percepčních prostorů byly též spočteny úhly mezi zakomponovanými dimenzemi.

Pro interpretaci percepčního prostoru byly vypočteny úhly, které mezi sebou svírají "směry" objektů (slovních atributů). Směr atributu byl určen spojnicí počátku souřadnicové soustavy percepčního prostoru a polohy objektu. Následně byly za pomoci hierarchického shlukování vyhledány dvojice blízkých (svírajících uhel $\alpha \leq 20^\circ$), přibližně ortogonálních ($70 \leq \alpha \leq 110^\circ$) a přibližně protilehlých ($\alpha \geq 160^\circ$) slovních atributů. Cílem bylo najít systém přibližně ortogonálních slovních atributů, který lze považovat za novou (rotovanou) souřadnicovou soustavu interpretovaného percepčního prostoru.

Výsledky

Testu se zúčastnilo 43 respondentů, jejich rozdělení podle profesního zaměření spolu s počtem dimenzí optimálního modelu MDS jsou uvedeny v Tab. 2.

Výsledky porovnání skupinových percepčních prostorů se společným percepčním prostorem jsou v Tab. 3. Rovněž vzájemné porovnání skupinových percepčních prostorů vedlo ke zjištění úspěšných zakomponování dimenzí (Štěpánek, Moravec 2004) s pochopitelnou výjimkou jedné (vždy třetí!) dimenze při zakomponování z 3D prostoru do 2D. Příklad zakomponování dimenzí percepčního prostoru skupiny hráčů na dechové nástroje do společného percepčního prostoru je na Obr. 1, do percepčního prostoru hráčů na klávesové nástroje je na Obr. 2, kde byla zjištěna významná úspěšnost zakomponování: $r(D1) = 0,982$, $r(D2) = 0,909$, úhel mezi zakomponovanými dimenzemi $\alpha = 78^\circ$. Úhly mezi vybranými slovními atributy ve společném percepčním prostoru jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 1 Slovní atributy použité v testu nepodobnosti a jejich pořadí podle četnosti výskytu v dotazníku.

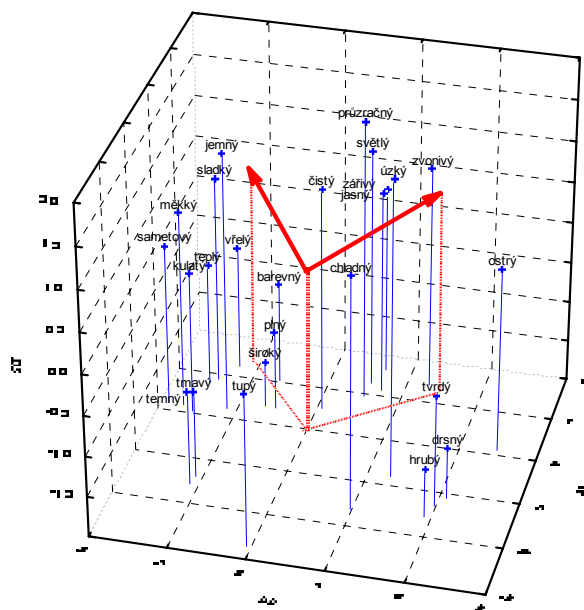
č.	slovní atribut	pořadí	č.	slovní atribut	pořadí
1	ostrý	1	14	hrubý	14.5
2	temný	2	15	tmavý	14.5
3	měkký	3	16	teplý	16
4	jasný	4	17	zářivý	17
5	sametový	5	18	čistý	18.5
6	jemný	6.5	19	vřelý	18.5
7	kulatý	6.5	20	barevný	20.5
8	tupý	8	21	zvonivý	20.5
9	drsný	10	22	chladný	23.5
10	světlý	10	23	průzračný	23.5
11	tvrdý	10	24	široký	23.5
12	sladký	12	25	úzký	23.5
13	plný	13			

Tab. 2 Složení respondentů testu nepodobnosti z hlediska profesního zaměření a optimální modely řešení MDS.

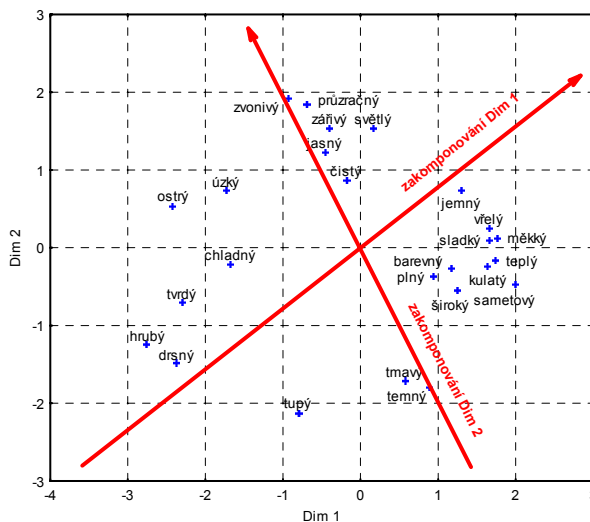
profesní zaměření	počet respondentů	dotazník z nich vyplnilo	počet dimenzí optimálního modelu MDS
smýčce	12	9	3
dechy	6	3	2
klávesy	7	4	2
skladatelé / dirigenti	8	6	3
zvukoví designéři	6	5	3
ostatní	4	0	–
všichni	43	27	3

Tab. 3 Porovnání skupinových percepčních prostorů se společným percepčním prostorem – výsledky zakomponování dimenzionálních os: korelační koeficient r jako míra úspěšnosti zakomponování a úhly mezi zakomponovanými dimenzemi jako míra deformace způsobená jejich zakomponováním.

profesní zaměření	dimenze	r	úhel [°]	
			Dim 1	Dim 2
smýčce	Dim 1	0.994	–	–
	Dim 2	0.986	84	–
	Dim 3	0.989	86	84
dechy	Dim 1	0.995	–	–
	Dim 2	0.975	86	–
klávesy	Dim 1	0.993	–	–
	Dim 2	0.983	95	–
skladatelé / dirigenti	Dim 1	0.994	–	–
	Dim 2	0.990	88	–
	Dim 3	0.977	89	87
zvukoví designéři	Dim 1	0.995	–	–
	Dim 2	0.989	99	–
	Dim 3	0.980	102	89



Obr. 1 Zakomponování dimenzí percepčního prostoru skupiny hráčů na dechové nástroje do společného percepčního prostoru.



Obr. 2 Zakomponování dimenzí percepčního prostoru skupiny hráčů na klávesové nástroje do percepčního prostoru hráčů na dechové nástroje.

Tab. 4 Matice úhlů vybraných slovních atributů společného percepčního prostoru, úhly blízkých a přibližně protilehlých dvojic jsou pod diagonálou, přibližně ortogonálních dvojic nad diagonálou. Vybrané slovní atributy reprezentující jednotlivé dimenzionální atributy i úhly, které mezi sebou svírají, jsou vyznačeny tučně.

úhel [°]	temný	tmavý	jasný	světlý	drsňý	hrubý	jemný	sladký	plný	široký	úzký	chladný
temný	–				84	75	91	94	71	68	109	80
tmavý	5	–			84	76	93	93	66	63	113	84
jasný	176	172	–		97	106	89	84	106	109	75	104
světlý	165	166	15	–	110	118	74	73	112	116	71	102
drsňý					–				92	88	77	62
hrubý					10	–			93	89	76	57
jemný					159	152	–		106	109	85	97
sladký					168	167	32	–	77	80	114	129
plný								–				
široký								4	–			
úzký								169	165	–		
chladný								142	138	31	–	

Diskuse a závěry

Z Tab. 3 je zřejmé, že ve všech případech bylo zakomponování dimenzí skupinového percepčního prostoru do společného percepčního prostoru vysoce úspěšné (významnost korelace lepší než 0,1%) s velice dobrou reprodukcí ortogonality ($84^\circ \leq \alpha \leq 102^\circ$). Navíc, podobně jako v případě hráčů na dechové nástroje (Obr. 1), byla rovina vymezená zakomponováním 1. a 2. dimenze jen mírně odkloněná od roviny prvních dvou dimenzí společného percepčního prostoru. Přestože došlo k vzájemnému pootočení os (Obr. 1, ale i Obr. 2) je možno považovat první dvě dimenze společného percepčního prostoru za sdílené všemi profesními skupinami.

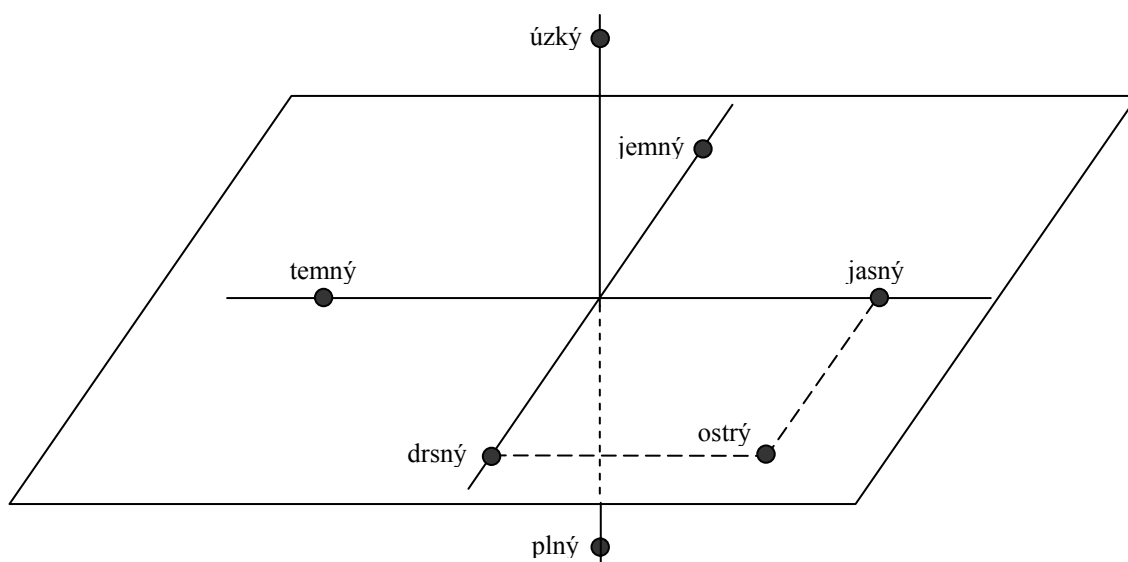
Z Tab. 4 vyplývá, že vybrané slovní atributy splňují kritéria přibližné ortogonality a protilehlosti (s výjimkou jemný – drsný o 1°). S ohledem na směrovou blízkost dalších slovních atributů **dospíváme k následujícím obecným dimenzím společného percepčního prostoru barvy hudebního zvuku:**

1. *temný / tmavý* – *jasný / světlý*
2. *drsný / hrubý* – *jemný*
3. *plný / široký* – *úzký*

Základní vybrané dimenzionální pojmy jsou schematicky zobrazeny na Obr. 3, včetně nejčastěji používaného slovního atributu *ostrý*, který leží v rovině prvních dvou dimenzí mezi atributy *drsný* a *jasný*. **První dvě dimenze i poloha atributu *ostrý* jsou společné všem sledovaným profesním skupinám.**

Při porovnání námi nalezených dimenzí barvy hudebního zvuku se Stumpfovými zjišťujeme dobrou shodu v 1. a 3. dimenzi, větší odlišnost lze spatřovat v 2. dimenzi, a to i v souvislosti s atributem *ostrý*.

Zjištěné názory hudebních profesionálů na vhodnost použití dimenzionálních (ale i řady dalších) slovních atributů k popisu specifické situace při produkci hudby jsou popsány ve druhé části příspěvku (Moravec, Štěpánek 2005 b).



Obr. 3 Schematické zobrazení třídimenzionálního společného percepčního prostoru slovních atributů s vyznačením polohy nejčastěji používaného atributu *ostrý*.

Uznání

Výzkum byl financován Grantovou agenturou České republiky, projekt č. 202/02/1370.

Literatura

Bismarck, G. von, 1974 a. *Timbre of steady sounds: A factorial investigation of its verbal attributes*. *Acustica* 30: 146-159.

Bismarck, G. von, 1974 b. *Sharpness as an Attribute of the Timbre of Steady Sounds*, *Acustica* 30: 159-172.

Borg, I., Groenen, P., 1997. *Modern Multidimensional Scaling, Theory and Applications*. Springer-Verlag, New York.

Grey, J. M., 1977. *Multidimensional perceptual scaling of musical timbres*. *Journal of the Acoustical Society of America* 61 (5): 1270-1277.

Moravec, O., Štěpánek, J., 2003 a. *Verbal description of musical sound timbre in Czech language*. In *Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (SMAC'03)*, Stockholm, 643-645.

Moravec, O., Štěpánek, J., 2003 b. *Collection of Verbal Descriptions of Musical Sound Timbre in Czech Language*. In *Proceedings of the 7th International Colloquium "ACOUSTICS '03"*, Zvolen – Šachtičky, 23-26.

Moravec, O., Štěpánek, J., 2004. *Perceptual spaces of verbal attributes used for description of musical sound timbre in Czech language*. In *Proceedings of 7. CFA / 30. DAGA, Strasbourg*, 881-882.

Moravec, O., Štěpánek, J., 2005 a. *Verbal Descriptions of Musical Sound Timbre and Musician's Opinion of their Usage*, 31. DAGA, München, in print.

Moravec, O., Štěpánek, J., 2005 b. *Slovní popis barvy hudebního zvuku: II. Vhodnost použití slovních atributů*, *Proceedings of the 1th International Symposium Material – Acoustics – Place 2005*, Zvolen, in this proceedings.

Stumpf, C., 1890. *Tonpsychologie I-II*. S. Hirzel Verlag, Leipzig 1883.

Štěpánek, J., 2004. *Relations between perceptual space and verbal description in violin timbre*. In *acústica 2004 Guimarães, Portugal*, CD ROM: AFP 077-S.

Štěpánek, J., Moravec, O., 2004. *Percepční prostory barvy hudebního zvuku a jejich slovní popis*, Závěrečná výzkumná zpráva projektu GA ČR 202/02/1370.

Štěpánek, J., Moravec, O., 2005 a. *Verbal description of musical sound timbre in Czech language and its relation to musicians profession and performance quality*, CIM05 Montréal, Québec, Canada, *Electronic proceedings*, file: STEPANEK_J_CIM05_02.pdf.

Štěpánek, J., Moravec, O., 2005 b. *Barva hudebního zvuku a její slovní popis*, *Akademie múzických umění v Praze, Akustická knihovna Zvukového studia Hudební fakulty AMU*, ISBN 80-7331-031-7.

Winsberg, S., De Soete, G., 1993. *A latent class approach to fitting the weighted Euclidean model*, *CLASCAL. Psychometrika* 58: 315-330.