

## RECENZE – BESPRECHUNGEN

Lejaren Hiller, Robert Baker: COMPUTER CANTATA. A Study in Composition Using the University of Illinois IBM 7090 and CSX-1 Electronic Digital Computers, (Urbana 1964, 44. str.).

Illinoiská universita v Urbaně (Illinois, USA) patří v současné době k nejvýznamnějším centřům experimentální hudby na světě. Vznikla zde výzkumná laboratoř, jejíž pracovníci se pod vedením L. A. Hillera začali zabývat otázkami využití teorie informací a samočinných počítačů v hudbě. Za spolupráce laboratoře počítačích strojů illinoiské university zde bylo v říjnu 1955 započato s přípravou programu ke komponování hudby na samočinném počítači Illiac. Výsledkem pokusů byla první počítačová skladba Illiac Suite pro smyčcový kvartet, jejíž první tři části měly premiéru na veřejném koncertě illinoiské university v Urbaně.<sup>1</sup> Cílem těchto pokusů nebylo vytvořit hudební skladbu, ale prakticky ověřit možnosti užití počítače ke komponování podle předem vypracovaného programu a patřičných instrukcí zahrnujících záměry skladatele. V illinoiské laboratoři experimentální hudby byly konány úspěšné pokusy s užitím počítačů k výrobě syntetických zvuků, k tisku partitur nebo k vypisování jednotlivých hlasů z partitur, k transpozicím a transkripcím nebo ke statistickým analýzám skladeb ve spojitosti s fyzikální akustikou a na základě teorie informací. Pokusy s užíváním samočinných počítačů ke komponování daly vzniknout nové oblasti experimentální hudby, kterou L. A. Hiller nazval počítačovou hudbou (computer music).

Studie L. A. Hillera a Roberta Bakera se zabývá dosud nejrozsáhlejší skladbou počítačové hudby s názvem Computer Cantata (Počítačová kantáta). Ani zde nešlo jejím autorům o vytvoření hudební skladby v pravém slova smyslu. Computer Cantata sestává z řady experimentálních studií, jejichž cílem bylo praktické ověření nového programu ke komponování s použitím počítače. Program s názvem MUSICOMP (odvozeno z názvu „Music-Simulator-Interpret for Compositional Procedures“) je výsledkem několikaletého výzkumu, má všeobecnou platnost a je zcela nezávislý na parametrech stylu, na logice výběru hudebních prvků a na instrumentaci. Ve skladbě jsou vedle aplikací MUSICOMPU také dvě studie zvukových syntéz,

<sup>1</sup> Celá skladba má čtyři části a byla dokončena v listopadu v roce 1956. Skladba vyšla tiskem jako příloha knihy L. A. Hillera a L. M. Isaacsona, *Experimental Music*, New York, 1959, a také samostatně v *New Music Edition* (nedat.).

provedené zvláštním jednocílovým počítačem CSX-1. Computer Cantata je shodná s plánovanou skladbou Illiac Suite II, o níž se Hiller zmiňuje v dřívějších publikacích.<sup>2</sup> Důvodem ke změně původního názvu byla skutečnost, že počítač Illiac byl v lednu 1963 demontován a vyřazen z provozu, v důsledku čehož bylo nutné přepsat celý program pro výkonnější sériově vyráběný počítač IBM 7090.<sup>3</sup> Úryvky Počítačové kantáty byly poprvé předvedeny na Ferienkurse für Neue Musik v Darmstadtu v roce 1963, premiéra celé skladby byla v prosinci téhož roku na veřejném koncertě v Urbaně za řízení Jack McKenzieho, sólový part přednesla Helena Hammová. Skladba byla také vydána tiskem.

Computer Cantata je pětivětá skladba a její forma je dána jedenácti symetricky organizovanými úseky. Každá věta sestává z prologu, strofy a epilogu, přičemž kompoziční plán skladby se rozvíjí jen v těchto pěti strofách. Každá strofa je tvořena stochastickou skladebnou logikou (hudba Markovova řetězu), která zaručuje výběr hudebních prvků v závislosti na pravděpodobnosti výskytu prvků předchozích (stochastické aproximace nultého až čtvrtého řádu). Symetričnost formy je dána uspořádáním prologů a epilogů. Prolog 1. strofy co do výběru materiálu a způsobu jeho organizace odpovídá epilogu 5. strofy, prolog 2. strofy epilogu 4. strofy a konečně prolog 3. strofy epilogu téže strofy. Prology a epilogy sestávají z rytmických studií pro bicí nástroje (prolog 1. a epilog 5. strofy), z totálně organizované hudby (prolog 2. a epilog 4. strofy) a ze syntetických elektronických zvuků vyrobených počítačem CSX-1 (prolog a epilog 3. strofy).

Instrumentace skladby zahrnuje nejrůznější instrumentační typy a techniky a tvoří zvukový kontrast mezi prology a epilogy i mezi strofami, přičemž strofy jsou instrumentovány pestřeji a bohatěji než prology a epilogy. V partituru je předepsán lidský hlas (soprán), dřevěné dechové nástroje (C flétna, B klarinet), žestě (trubka, lesní roh), velká skupina laděných i neladěných bicích, kytara, housle a viola, přičemž všechny nástroje jsou ve skladbě zdvojeny. Nechybí zde ani elektronický hudební nástroj theremin, elektronické zvuky jako sinusový, obdélníkový a pilový tón, bílý a barevný šum a syntetické zvuky. Při premiéře skladby bylo použito thereminu spojeného se zvláštním generátorem harmonických tónů, postaveného v illinoiském studiu experimentální hudby. Tzv. barevný šum v kategorii elektronických zvuků sestává z osmi konkrétních zvuků označených v partituru citoslovci CLICK, CLACK, SISS, CRACKLE, SNAP, POP, BANG a BOOM. Počítačové syntézy elektronických zvuků provedené s použitím nově konstruovaného zařízení pro výrobu elektronické hudby jsou zaznamenány na dvou stopách.

Texty sopránového partu ve strofách skladby jsou stochastické aproximace k angličtině, odvozené počítačem ze syntézy fonémových vět. Tyto syntézy vycházejí ze statistické analýzy nahodile vybraného textu z časopisu Plays, The Drama Magazine for Young People. Podmíněné pravděpodobnosti výskytu fonetických struktur byly nejdříve vypočteny prof. J. B. Carollem z Harvardské university a prof. L. S. Hultzénem, J. Allenem a M. Mironem z illinoiské university, kteří postupně provedli jejich syntézy na základě stochastických aproximací prvního až čtvrtého

<sup>2</sup> L. A. Hiller, R. A. Baker: Computer Music. Kapitola 18. v knize Computer Applications in the Behavioral Sciences, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1962, str. 424-451.

<sup>3</sup> Počítač Illiac byl jen prototypem vyrobeným laboratoří počítačích strojů illioiské university.

řádu. Výběr hudebních prvků u stroj se zakládá na stejném principu jako výběr textových symbolů. Ve strofách tedy dochází k postupnému omezování výběru hudebních prvků souběžně s textem, což se obecně projevuje jako růst organizovanosti systému. Stochastické techniky bylo použito nejen pro výběr tónových výšek, ale také pro výběr trvání, dynamiky, zvukové barvy a způsobu hry. Frekvence výskytu hudebních parametrů byly získány statistickou analýzou krátkého úseku skladby Ch. Ivese *Three Places in New England* (II. věta, takt 14.—39.). Vzhledem k poměrně omezenému rozsahu analyzované hudby mohla být statistická šetření provedena od náhodného rozdělení po diagramovou strukturu, což odpovídá prvním třem strofám skladby: v první strofě šlo o nahodilý výběr hudebních prvků (stochastický proces nultého řádu), ve druhé strofě závisel výskyt každého prvku na pravděpodobnosti výskytu prvku předchozího a konečně ve třetí strofě na pravděpodobnosti výskytu dvou prvků předchozích (diagramová struktura). V následujících dvou strofách je výběr prováděn podle matematické redukce v závislosti na předešlých strofách, přičemž uspořádanost těchto stroj stupňovitě klesá. Redundance je zde nepřímo úměrná uspořádanosti struktury, neboli redundance klesá, zvyšuje-li se uspořádanost a naopak, přičemž je známo, že s poklesem redundance roste komprese sémantického obsahu. Protože jsou v první strofě zastoupeny všechny hudební nástroje dohromady, následuje po jejím prologu krátký úvod, do něhož nástroje ve třech taktových intervalech vstupují. Úvod začíná bílým šumem, jehož šířka pásma a zvuková intenzita jsou redukovány z počátečních hodnot 75–9600 Hz ve ff na konečné hodnoty tzv. melodického šumu kolem 900 Hz v pp.

Prolog 1. a epilog 5. strofy jsou psány pro osm neladěných bicích nástrojů a jejich struktura je dána dvěma parametry: hustotou úderů za jednotku času a dynamickou úrovní akcentů. Alternativy rytmického členění představuje dvanáct různých hodnot trvání rozdělených do čtyř skupin podle toho, zda jsou násobkem 1/16, 1/12, 1/10 nebo 1/14. Struktura prologu 1. a epilogu 5. strofy je komplikovanou konstrukcí, založenou na složitých pravděpodobnostních výpočtech. Hustota nástupů nástrojů v závislosti na čase je dána exponenciální funkcí: v prologu od začátku ke konci roste, v epilogu klesá. Dynamika je stupňovitá a sestává z osmi dynamických symbolů od fff po ppp. Prolog 1. strofy začíná ve fff a jeho dynamická úroveň stupňovitě klesá až k pp, epilog 5. strofy začíná v pp a jeho dynamika stupňovitě roste až k symetrickému středu v mf, odkud zase stupňovitě klesá k pp.

Prolog 2. a epilog 4. strofy je studii seriální hudby. Obě části jsou komponovány systémem převzatým ze *Structures* pro dva klavíry na čtyři ruce Pierra Bouleze. Autoři experimentu si vybrali Strukturu Ia a navrhli změnu dvanáctitónové řady a instrumentaci pro devět nástrojů (flétna, B klarinet, trubka, lesní roh, xylofon, zvony, kytara, housle a viola). Počítač vytvořil nejprve dvanáctitónovou řadu a jejich 48 permutací, které odpovídaly dvanácti transpozicím quaternia. V řadách jsou uspořádány všechny parametry, tedy kromě výšky také trvání tónu, jeho dynamika a zvuková barva. V jednotlivých úsecích prologu nebo epilogu hraje každý nástroj jednu permutaci, přičemž trvání je dáno zase jinou permutací. Spojení tónové výšky a dynamiky je označeno jako níř, které je přidělena určitá dynamika a instrumentální témbra. V prologu 2. a epilogu 4. strofy jsou hudební nástroje co do barvy a hustoty zvuku uspořádány symetricky. Z popisu těchto dvou částí je patrné, že počítač nekomponoval, ale jen kompiloval. Výběr prvků a způsob jejich syntézy byly dány předem, takže počítač do hotové struktury jen mechanicky dosazoval jiné hodnoty a podle předem vypracovaného plánu prováděl instrumentaci.

Prolog a epilog 3. strofy sestává ze syntetických elektronických zvuků vyrobených počítačem CSX-1 podle pokynů počítače IBM 7090. Informace o zvukových syntézách byly z komponujícího počítače předávány počítači CSX-1, který je měnil přímo ve zvuk. Tento počítač může provádět libovolné syntézy tří nezávislých zvuků, disponuje téměř neomezeným rejstříkem tónů, nezávislou kontrolou amplitudy každého zvuku a možnostmi ovlivňování přechodových jevů. Zvukové syntézy byly prováděny na bázi sedmi různých systémů rovnoměrné temperovaného ladění, což odpovídalo rozdělení oktávy na 9, 10, 11, 12, 13, 14 a 15 stejných dílů (experimentátoři v plné míře využili stereofonního zařízení a rozdělili šest syntetických zvuků do dvou kanálů). Byly zkoumány také nejrůznější horizontální a vertikální kombinace intervalů v těchto systémech ladění. Cílem šetření bylo najít takový matematický model dizonance, který by obecně platil pro libovolné vertikální a horizontální kombinace intervalů nezávisle na systému ladění. Aby byl model jednoduchý, byly zanedbány dizonance mezi svrchními tóny a intervaly byly při výpočtech redukovány na rozsah jedné oktávy. Prostřednictvím matematického modelu byly počítány hodnoty horizontálních („melodických“) a vertikálních („harmonických“) dizonancí všech intervalů zvolených systémů ladění. Výpočty dokázaly obecnou platnost nalezeného matematického modelu dizonancí, jejichž hodnota je závislá na rozmístění tónů nebo intervalů. Každý ze sedmi úseků 3. strofy byl programován jako harmonický nebo jako melodický. Hodnoty trvání byly s nepatrnými úpravami převzaty z prologu 1. a epilogu 5. strofy. Zbývající parametry, jako dynamická úroveň, tónbr a nástupy jednotlivých hlasů, nebyly programovány předem, ale zvoleny dodatečně při provádění syntézy. Prolog a epilog 3. strofy sestává výhradně ze syntetických elektronických zvuků bez nástrojového průvodu.

Hillierova a Bakerova studie o skladbě Computer Cantata je v podstatě velmi podrobnou zprávou o nejrozsáhlejší skladbě počítačové hudby. Detailní analýza skladby, stejně jako podrobné popisy kompozičních úkonů prováděných počítačem, dávají obraz o možnostech počítačové hudby vůbec. Ve skladbě bylo užito počítače ke komponování stochastické hudby (1.–5. strofa), ke kompilativním úkonům (prolog a epilog 2. a 4. strofy) a konečně také k syntéze elektronických zvuků (prolog a epilog 3. strofy). Byla zde exaktně vykonstruována jakási jednota slova a hudby, neboť výběr hudebních prvků byl řízen stejnými stupni stochastického procesu jako výběr textu, v důsledku čehož byl u obou těchto složek stejný stupeň uspořádanosti. Nutno však zdůraznit, že hlavním záměrem autorů tohoto experimentu nebylo zkomponovat na počítači hudební skladbu, ale prakticky vyzkoušet možnosti nového programu, který by byl použitelný ke komponování hudby na počítačích typu IBM 7090. Pokusy ukázaly, že je možné počítače úspěšně použít zejména ke komponování totálně organizovaných skladeb nebo stochastické hudby. Reálná je také možnost jejich užití k provádění zvukových syntéz. Pokusy se stochastickou hudbou jsou sice zajímavé, ale jejich výsledky nás nemohou uspokojit, protože stochastické skladby nejsou ničím jiným než více nebo méně deformovanými plagiáty použitého vzoru. Teoretikové počítačové hudby definují kompoziční proces jako výběr prvků z určité množiny podle určitých logických zákonitostí. Počítače mohou neobyčejně rychle tyto prvky kombinovat, kompilovat, dokonce mohou i tvořit, ale v podstatě nedělají nic jiného než že provádějí mechanický výběr podle logických zákonitostí daných člověkem. Stroje mohou produkty lidského myšlení dovedně modelovat, ale nikdy nemohou nahradit myšlení člověka, bez něhož by činnost ani toho nejdokonalejšího stroje neměla smysl. Václav Němec