



Kybernetika v hudbě



Obrázek 1: Historický orchestrion v Prácheňském muzeu [6]

Obsah

1	Definice kybernetiky a umělé inteligence	1
1.1	Kybernetika	1
1.2	Umělá inteligence	2
2	Vývoj hudby	3
2.1	Pravěk	3
2.2	Starověk	3
2.3	Středověk	4
2.4	Novověk	4
2.4.1	Pianola	4
2.4.2	Mozartova hra s kostkami	5
3	Využití kybernetiky v moderním pojetí hudby	5
4	Od kostěné písňaly po AI	5

Úvod

Tato práce se nejdřív pokusí popsat kybernetiku a umělou inteligenci. Dále se zaměří na počátky hudby a její vývoj do moderní podoby. Nakonec tato témata spojí do hlavní myšlenky tohoto projektu: využití kybernetiky v moderním pojetí hudby.

1 Definice kybernetiky a umělé inteligence

1.1 Kybernetika

Obecně nejuznávanější definice kybernetiky pochází ze stejnojmenné knihy od Norberta Wienera *Kybernetika aneb Řízení a sdělování u organismů a strojů* [9]. Norbert Wiener je taky považován za zakladatele kybernetiky. Tato definice ale není úplná, jelikož zahrnuje pouze základní ideje kybernetiky, která se od té doby značně vyvinula, tudíž se nedá považovat za kompletní klasifikátor kybernetiky.

Systémy, kterými se kybernetika zabývá, se dají rozdělit do čtyř základních skupin.

1. Systémy živé přírody

Těchto systémů si lidé začali všimnout už dávno před vznikem kybernetiky. Nejsložitějším systémem živé přírody je sám člověk.

2. Technické systémy

Zde se jedná především o složitá zařízení vyžadující netriviální rozhodování.

3. Společenské systémy

U těchto systémů se občas vyskytují pochyby, jestli opravdu mohou být předmětem kybernetiky. Ze všech druhů systému hraje výměna informací tu nejdůležitější roli právě v těchto společenských. Spadá sem ekonomie, sociologie, psychologie a mnoho dalších společenských oborů.

4. Abstraktní systémy

Předchozí kategorie popisovaly takzvané "reálné" systémy. Na rozdíl od nich, tato kategorie popisuje matematické a logické modely, které jsou nezbytné pro modelování reálných systémů.

1.2 Umělá inteligence

Úkol definovat umělou inteligenci je komplikovanější, než se může na první pohled zdát. Prvním krokem k definici je důležité říci, že umělou inteligenci nepopisujeme dokonalého duchaplného robota, ale vědní obor. Proto k tomu také musíme přistupovat jako k vědnímu oboru. To znamená, že by se nemělo koukat na objekty kolem sebe a jednoznačně rozhodovat zda to je, či není umělá inteligence. Správně by se měla posuzovat míra. To je stejné, jako kdyby někdo říkal tohle je a tohle zase není matematika. Správně se má posuzovat, jak moc tato věc spadá do vědního oboru matematiky. Podobně se postupuje u umělé inteligence [8].

Jelikož je tento obor relativně nový (oproti například zmíněné matematice), není vždy jasné, podle jakých vlastností máme míru posuzovat. V dnešní době se nejčastěji posuzuje podle autonomie a adaptability.

- **Autonomie**

Schopnost provádět úkoly v komplexních prostředích bez neustálého řízení uživatelem [8].

- **Adaptabilita**

Schopnost zlepšit výkon prostřednictvím učení se ze zkušeností [8].

2 Vývoj hudby

Většina lidí si pod pojmem *Kybernetika a AI v hudbě* představí příkazový řádek, kam napíšíou "vytvoř mi rappový hit jako od Eminema". Pak si jen stáhnou výsledný produkt a více je nezajímá. Cílem této práce je ale porozumět samotným začátkům hudby a snažit se najít prvky kybernetiky při jejím vývoji.

2.1 Pravěk

Úplné počátky hudby byly velmi primitivní. Nejdřív se skládala pouze z náhodných zvuků jako například křik, nebo mlácení do věcí kolem sebe. Tyto zvuky byly čistým projevem jejich emocí. Pravěký člověk se postupně naučil skládat zvuky dohromady a později za pomoci jednoduchých nástrojů tvořil melodii. Tohoto docílil také díky napodobování zvuků přírody například zpěv ptáků, či jiné zvířecí projevy [4].

Postupným zkoušením lidstvo vynalezlo různé nástroje, jako například kostěné píšťaly a další předchůdce dnešních instrumentů.

Z pohledu kybernetiky je tento moment klíčový, protože představuje první vznik technického systému pro generování zvuku. Zatímco křik je pouze biologickým projevem, hra na kostěnou píšťalu již vyžaduje interakci člověka a nástroje. Člověk zde funguje jako řídicí jednotka, zatímco nástroj transformuje vstup (dech) na výstup (tón). Zároveň zde vzniká první zpětná vazba: hudebník slyší, co zahrál, a na základě toho upravuje svůj dech nebo polohu prstů, aby dosáhl požadovaného zvuku [5].

2.2 Starověk

S příchodem vyspělejších civilizací se hudba začala měnit z intuitivní činnosti na organizovanou vědu. V této době se položily základy pro digitalizaci hudby, aniž by k tomu bylo zapotřebí počítačů. Pythagoras v Řecku zavedl řád. Zjistil, že tóny lze vyjádřit číselnými poměry (například oktáva 2:1, kvinta 3:2) [4]. Hudba se tak stala "abstraktním systémem" definovaným matematikou, což je nutný předpoklad pro jakékoliv budoucí programování [9].

2.3 Středověk

Dalším zásadním krokem byl vynález notového zápisu ve středověku (Guido z Arezza) [4]. Z kybernetického hlediska lze notaci chápat jako předchůdce programovacího jazyku:

- Skladatel funguje jako programátor, který píše instrukce (noty).
- Partitura je záznam algoritmu (software), který uchovává informaci nezávisle na čase.
- Interpret (hudebník) plní roli hardwaru, který tyto instrukce dekoduje a vykonává [9].

Díky notaci se hudba stala reprodukovatelnou a přenositelnou informací, což je nutná podmínka pro jakýkoliv kybernetický systém.

2.4 Novověk

Zde jsou vidět první známky automatizace. Vznikaly hudební automaty, jako například mechanické flašinet, orchestriony a další hrací skřínky.

Flašinet - Stroj poháněný člověkem za pomoci kliky, která otáčí válec s kolyčky. Tyto kolyčky fungují jako kód, který určuje, které ventily se mají otevřít a vpustit vzduch z měchu do píšťaly. Byl využíván pouličními umělci a jarmarky, jelikož byl přenosný [3].

Orchestrion - Je mnohem složitější než flašinet, jelikož kombinuje několik mechanismů najednou. Nejčastěji je poháněn závažím, které se natáhne jako hodiny a hraje bez potřeby další interakce s člověkem. Stejně jako flašinet má válec, který diktuje melodii pro všechny ostatní sekce stroje. Skládá se z pianové sekce, varhanní sekce a perkusní sekce (bubny) [2].

2.4.1 Pianola

Piano, do kterého byl vložen proděravělý papír, který se pomalu posouval a určoval melodii. Každá klávesa má vlastní trubičku vypouštějící vzduch. Když se díra na papíře ocitla nad trubičkou, vzduch se dostal skrz a rozehrál strunu [3].

2.4.2 Mozartova hra s kostkami

Jde o ranou formu generativní hudby. Mozart napsal 176 hudebních taktů a 2 tabulky pravidel. Hráč hází dvěma kostkami. Součet čísel těchto kostek určí na základě tabulek, který takt se má zahrát jako další. Výsledek je skladba, která zní pokaždé jinak, ale pořád dává smysl. Výsledné dílo má 11^{16} možných kombinací (45 949 729 863 572 161) [7].

3 Využití kybernetiky v moderním pojetí hudby

S cílem pohodlnějšího života se lidstvo posunulo tak daleko, že už nám stačí zadat pouhý rozkaz, a o zbytek se postarají naše výtvoř. Tohoto jsme docílili za pomoci strojového učení a neuronových sítí [1]. Rozdíl mezi tímto přístupem a Mozartovou hrou s kostkami je absence kompletní náhodnosti.

Systémy jako Google Magenta nebo OpenAI Jukebox se nespolehají na to, že jim programátor vysvětlí hudební teorii. Místo toho prokazují vysokou míru adaptability. Tyto systémy analyzují obrovské množství již existujících nahrávek a hledají v nich vzory a struktury. Na základě těchto dat generují novou originální hudbu, která se řídí naučenými pravidly [9].

4 Od kostěné písťaly po AI

Cílem této práce bylo ukázat, že kybernetika není v hudbě novým jevem. Od pravěkých snah o ovládnutí zvuku, přes matematizaci ve starověku a mechanické automaty novověku, až po dnešní neuronové sítě, sledujeme stále stejný princip: snahu o zachycení, řízení a zpracování informace. Moderní technologie nám dnes pouze poskytují dokonalejší nástroje k tomu, o co se lidstvo snažilo od prvního úderu do kosti v pravěku.

Odkazy

- [1] Adobe Express Team. *Understanding AI in music*. [cit. 2024-05-20]. URL: <https://www.adobe.com/uk/express/discover/tips/understanding-ai-in-music>.
- [2] Black Forest Clock Association. *What is an Orchestrion anyway?* German Clocks Blog [online]. [cit. 2024-05-20]. 2009. URL: <https://blog.germanclocks.org/2009/10/what-is-orchestrion-anyway.html>.
- [3] Daniel Forró. *Sekvencery, flašiny, orchestriony a ty následující*. Časopis Muzikus [online]. [cit. 2024-05-20]. 2002. URL: <https://www.casopismuzikus.cz/clanky/sekvencery-flasiny-orchestriony-ty-nasledujici>.
- [4] Gymnázium Boženy Němcové. *Dějiny hudby: Pravěk a starověk*. Výukový materiál [online]. [cit. 2024-05-20]. URL: <https://moodle.gybon.cz/mod/page/view.php?id=221>.
- [5] Zdeněk Kotek. “Kybernetika a hudba”. In: *Kybernetika 2.3* (1966). [cit. 2024-05-20], s. 243–253. URL: <https://www.kybernetika.cz/content/1966/3/243/paper.pdf>.
- [6] Redakce Píseckého deníku. *Prácheňské muzeum opustí orchestrion, vrátí se domů na Šumavu*. Písecký deník [online]. [cit. 2024-05-20]. 11. pros. 2020. URL: <https://pisecky.denik.cz/volny-cas/prachenske-muzeum-opusti-orchestrion-vraci-se-domu-na-sumavu-20201211.html>.
- [7] Teo S. *Composing with Dice: Mozart’s Fusion of Music, Math, and Machine Learning*. Medium [online]. [cit. 2024-05-20]. 2023. URL: <https://medium.com/frontiers-of-data-science/composing-with-dice-mozarts-fusion-of-music-math-and-machine-learning-78ada81e0dad>.
- [8] University of Helsinki a MinnaLearn. *Elements of AI: Co je to umělá inteligence?* Online kurz [cit. 2024-05-20]. URL: <https://course.elementsofai.com/cs/1/1>.
- [9] Petr Winkler. “Počítačová hudba v kontextu vývoje hudební kultury”. [cit. 2024-05-20]. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta, 2012. URL: https://is.muni.cz/th/a4008/Winkler_-_Magisterska_diplomova_prace.pdf.