

# Vícedimensionální jazykové modely a jejich aplikace ve vizuálním umění

Marek Dohnal\*

## Abstrakt

Tato práce se zabývá aplikací formálních modelů, konkrétně čtyřcestných a celulárních dvou-dimenzionálních automatů, ve vizuálním umění. Je zde navržena sada nových modelů, které rozpoznávají vstupní mřížku sestávající z dlaždic, a následně ji modifikují a transformují. Navržené automaty jsou implementovány v rámci aplikace, která mřížku obarvuje a transformuje ve stylu sériového umění Victora Vasarelyho. Výsledek práce tvoří syntéza mřížky a barevné reference do videa, jež vizualizuje transformace navrženého celulárního automatu.

\*[xdohna48@stud.fit.vutbr.cz](mailto:xdohna48@stud.fit.vutbr.cz) , *Fakulta informačních technologií, Vysoké učení technické v Brně*

## 1. Úvod

Záměrem této práce je ukázat možné uplatnění formálních modelů v interdisciplinární oblasti informatiky a vizuálního umění. Konkrétní aplikaci těchto modelů nacházím ve spojení barevné palety, jednoduchých tvarů, a systému dlaždic – mřížky.

Generativní a transformativní vlastnosti formálních modelů využili ve svých bakalářských pracích Mária Gažo [1] a Martina Zlevorová [2] pro transformaci textu. Jejich práce byly inspirovány kolážemi a jsou založeny na rozprostření textu po obrazu.

Tato práce se zaměřením přesouvá z textu na vizuální a sériové umění. Jejím výsledkem je implementace programu, který rozpoznává mřížku definovanou uživatelem a obohacuje ji o barvy, extrahované z jiného obrazu. Tento proces můžeme chápat jako spolupráci uživatele, který poskytuje mřížku a barevný obraz, a programu, syntetizujícího obojí do nového díla. Výsledná aplikace vytvoří několik verzí barevných mozaiek, sestávajících z obarvených dlaždic, které na konci sloučí do nového díla – videa.

Hlavní inspirace pro tuto práci jsem našel zejména v sériovém umění maďarského umělce Victora Vasarelyho. Sériové umění pro Vasarelyho znamenalo práci s abecedou tvarů a barev, které různě aranžoval a jejichž kombinací tvořil několik variant jednoho obrazu. Tato práce představuje realizaci jeho ideí pomocí formálních modelů.

## 2. Syntéza vstupů do videa

V této sekci je pomocí [obrázku 1](#) ilustrována syntéza mřížky a obrazu, který představuje barevnou referenci. Uprostřed se nachází modul programu, v němž jsou zapsány argumenty, pomocí kterých bylo výsledku dosaženo. Dole je prvním a posledním snímkem videa znázorněn výstup.

Vnitřní tvary mají díky argumentu `CONTOUR` v této ukázce stejný tvar, jako dlaždice, ve kterých se nachází. Transformace jsou nastaveny tak, aby se světlejší pozadí dlaždic posunovala nahoru, světlejší barvy vnitřních tvarů dolů, a menší tvary doleva. Vstupní mřížka je složena z krychlí v dvou-dimenzionální projekci a sama o sobě vytváří uniformní iluzi hloubky. Jako barevná paleta do mřížky vstupuje suprematistický obraz Kazimira Maleviče s jasně rozlišenými barvami, které jsou nanášeny na jednoduché geometrické objekty. V první konfiguraci narušuje spojení mřížky a palety jednu perspektivu, z jaké jsme mohli vnímat původní mřížku. Stejně barvy jsou umístěny na jiné stěny krychle a rozbíjí tak přirozené stínování. Některé krychle se jeví jako vystupující z obrazu, a některé prostupují dovnitř. V třicáté konfiguraci se trojrozměrný dojem v horní části obrazu úplně rozbíjí díky splývajícím barvám pozadí, a dole přetrvává jen velmi lehce.

### 3. Procedurální struktura

Aplikace je z procedurální stránky navržena dle [obrázku 2](#). Uživatel na vstupu specifikuje mřížku, barevnou referenci, rozmístění dlaždic do řádků v mřížce, a volitelně povahu transformace.

Nejprve je zpracována vstupní mřížka, která je následně rozpoznána jako pole dlaždic. Následuje konverze referenčních obrazů do barevných palet a náhodná inicializace pole dlaždic. Poté jsou provedeny transformace, které si uživatel vybral, v určitém počtu kroků. Výsledné konfigurace jsou uloženy, a nakonec konvertovány do video výstupu.

### 4. Návrh rozpoznání dlaždic

Mřížka na vstupu není vyplněná. Rozpoznání provází průběžná výplň dlaždic, na které automaty při průchodu narazí. V této sekci se zabýváme výplní jedné dlaždice v nevyplněné mřížce. Procházení dlaždic je realizováno pomocí čtyřcestných automatů.

Procházení dlaždice začíná v jejím nejvýše položeném bodě, ze kterého je spuštěn automat, procházející dlaždici směrem dolů, který je znázorněn na [obrázku 3](#). Z nejnižšího bodu, ve kterém končí první automat, je následně spuštěn druhý automat, obcházející dlaždici směrem nahoru, ilustrovaný [obrázkem 4](#). Druhý automat končí v bodě, ze kterého začal svoji činnost automat první. Cílem těchto dvou automatů je zevnitř obejít konturu dlaždice v jedné vrstvě. Následně jsou vyplněny prázdné (bílé) znaky, které se nachází v automaty prošlé trajektorii. Po aplikování výplně navazuje svou činností automat, který najde počátek další vrstvy výplně, definovaný [obrázkem 5](#). Postupně jsou přidávány do dlaždice další vrstvy, dokud se zcela nezaplň. Proces výplně jedné vrstvy dlaždice je zároveň blíže ilustrován na [obrázku 6](#).

### 5. Transformace dlaždic

Rozpoznání mřížky končí umístěním dlaždic do abstraktní datové struktury, kterou si pro potřeby této sekce konceptualizujeme v souladu s definicí celulárního automatu jako dvou-dimenzionální pole buněk, které se mohou nacházet v určitých stavech. Na vstupu celulárního automatu je pole buněk s náhodně vybranými (neuspořádanými) stavy. Cílem automatu, prezentovaného v této části, je tyto buňky uspořádat podle určitých kritérií.

Tranzitivní funkce na základě vstupů vytváří uspořádání v okolí. Podstatné je, že uspořádání vždy probíhá

pouze po dílčích atributech, a nikdy tak nedojde k výměně celého stavu buňky; může být však vyměněno více atributů najednou. Uspořádání, které podporuje definovaná tranzitivní funkce, jsou popsány níže a znázorněny na [obrázku 7](#).

#### Uspořádání na základě velikosti

Pokud je sousední buňka specifikovaná v parametru funkce menší, než centrální buňka, dojde k prohození jejich atributů velikosti.

#### Uspořádání na základě typu vnitřního tvaru

Každý tvar má pevně definovaný pohyb: čtverce se posouvají doleva, kosočtverce doprava, trojúhelníky se špičkou otočenou nahoru se posouvají výše, a trojúhelníky otočené špičkou dolů se pohybují po obrazu dolů. Pohyb je aplikován pokud je nastaven příslušný atribut. Výměna je realizována prohozením vnitřního tvaru buňky.

#### Uspořádání na základě barvy pozadí

Pokud je barva pozadí sousední buňky daná argumentem funkce světlejší, než barva pozadí centrální buňky, prohodí se jejich barvy pozadí.

#### Uspořádání na základě barvy vnitřního tvaru

V případě, že je barva vnitřního tvaru sousední buňky specifikovaná parametrem funkce světlejší, než barva vnitřního tvaru centrální buňky, dojde k výměně barvy vnitřního tvaru.

### 6. Závěr

Plakát prezentuje kromě obsahu práce i konkrétní využití jejího výstupu v podobě snímků, který zde byl aplikován jako statické pozadí.

Video výstup by mohl naopak najít uplatnění jako vizuální doplněk koncertů, v rámci světelných show formou promítnutí na fasády domů, nebo jako doplněk současných divadelních performancí.

### Poděkování

Děkuji profesoru Medunovi za odborné vedení a angažovanost, bez které bych práci jen stěží tvořil se stejným zájmem.

## Literatura

- [1] Gažo, M. *Vícedimensionální automaty a jejich aplikace v umění*. Brno, CZ, 2021. Bachelor's thesis. Brno University of Technology, Faculty of Information Technology. Dostupné z: <https://www.fit.vut.cz/study/thesis/23696/>.
- [2] Zlevorová, M. *Vícedimensionální formální modely a jejich aplikace ve vizuálním umění*. Brno, CZ, 2022. Bachelor's thesis. Brno University of Technology, Faculty of Information Technology. Dostupné z: <https://www.fit.vut.cz/study/thesis/24482/>.