# Detekce hlavních bodů pro Digital Ink na základě scale-space teorie

### Lenka Martínková

## Úvod

Nejprve je důležité říct, co přesně to je Digital Ink. Digital ink je technologie, díky které je možno elektronicky přidat ručně psané texty a obrázky do souborů a zobrazovat je na monitoru. Typicky se k tomu používá digitální pero, stylus, aby se zaznamenal pohyb po digitálním papíře, tím se myslí tablet. Nynější technologie již dokážou ručně psaný text převést do standardního textu. Nebo upravit kresbu tak, aby se s ní poté dalo dále pracovat v různých softwarech.

Základem tématu, který jsem studovala, bylo právě zaznamenávání kresby a rozpoznávání tvarů v ní tím, že se rozpoznají hlavní body v kresbě. K tomu se zde používá metoda, která vychází ze scale-space teorie.

Místo toho, aby se pouze pozice pera na tabletu převedla do digitální podoby, se všechny nakreslené elementy převádějí do geometrických primitiv. Z nich je pak mnohem jednodušší popsat, co všechno bylo nakresleno.

## Popis

Při detekci hlavních bodů se snažíme nejprve najít rohy, abychom mohli zjistit, zda jsou linie mezi nimi lineální. Pro více komplexní tvary je důležité najít body, kde končí rovné části a začínají zahnuté.

Autoři využívají informace z časových razítek pro zjištění maximalního zakřivení a minimální rychlosti pera. Tam očekávají, že existuje roh. Bohužel díky množství šumu tato metoda dává příliš mnoho falešných pozitiv.

Šum může přicházet hlavně ze dvou zdrojů. A to buď lidskou vinou, kdy nakreslená čára není rovná, jelikož nejsme přesní, nebo vinou digitalizace.

Pro zbavení se šumu je použita scale-space teorie. Vychází z předpokladu, že v hrubších měřítcích šum zaniká, zatímco hlavní body přetrvávají. Získat signál v hrubším měřítku se dělá pomocí aplikace filtru. Zde byl použit Gaussův filtr, jelikož v něm se nevytváří žádné body navíc. Buď zůstává stejný počet nebo se počet snižuje.

Jediný problém je nyní zjistit, jak moc hrubé měřítko použít, abychom se zbavili šumu, ale zůstaly důležité hlavní body. K tomu dojdeme aplikováním filtru a zjištění, kolik bodů se v každém stupni vyskytuje. Byl zjištěn fenomén, že u ručně kreslených čar dojde v grafu ukazujícím počet hlavních bodů vzhledem k hrubosti filtru v jednom bodě k náhlému úbytku bodů. V tomto bodě tedy zaniká většina šumu a zůstávají pouze nejdůležitější body. Hledá se tedy bod, ve kterém se protíná hrubost filtru s počtem detekovaných bodů a tato hrubost se poté použije.

Pro snížení množství falešných pozitiv se ještě používá metoda, kdy se detekují po sobě jdoucí kolineární hrany, které se poté spojí dohromady odstraněním vrcholu mezi nimi.

## Závěr

Vyvinutá metoda je výpočetně složitá a používá-li se na normálních datech, rozdíl oproti ostatním metodám není nijak významný. Pokud je však použitá na datech, které mají velké množství šumu, pak je výrazně lepší, co se výsledku týče.

## Zdroje

<https://iui.ku.edu.tr/sezgin_publications/2004/Sezgin-AAAI-2004-2.pdf>

<https://www.easytechjunkie.com/what-is-digital-ink.htm>

<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/86765/49338402-MIT.pdf>