



FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD  
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY  
V PLZNI

KATEDRA  
KYBERNETIKY



## Zpracování digitalizovaného obrazu Semestrální práce

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Popis řešení</b>	<b>1</b>
2.1	Předpoklady . . . . .	1
2.2	Vážení obrazů korelací se vzory . . . . .	1
2.3	Detekce řezů . . . . .	2
2.4	Detekce stehů . . . . .	2
2.5	Rekonstrukce stehů na základě detekovaných bodů . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Závěr</b>	<b>2</b>

# 1 Úvod

Při řešení práce jsem do jisté míry vycházel z poskytnutých dat a jejich vlastností a zavedl jsem některá zjednodušení, která jsou dále vysvětlena v sekci 2.1. Dodáno bylo 220 obrázků, z toho 78 nebylo anotováno. Mnoho obrázků bylo ve velmi nízkém rozlišení a laickým okem v nich nebylo možné spolehlivě určit, zda se jedná o steh či pouze o označení míst pro vpich jehly. Totéž platilo pro další část obrázků, které sice byly ve vyšším rozlišení, ale kvůli způsobu jejich pořízení ani tak neobsahovaly potřebné detaily. Anotace prováděli studenti kybernetiky bez bližších znalostí o chirurgickém šití. Každý z obrázků mohl mít jiné rozlišení než ostatní. Nemám dostatečné zkušenosti s normalizací měřítka a rozlišení obrázků v datasetu, reprezentativních dat bylo k dispozici relativně málo a měl jsem pochybnosti o kvalitě anotací, proto jsem se při vypracování SP rozhodl nepoužít konvoluční neuronovou síť. Dále jsem se zabýval několika možnostmi segmentace (prahování; kombinace detekce hran, prahování, morfologických operací) a převodu na skeleton stehu, ale navržené postupy nebyly příliš robustní. Z toho důvodu jsem upřel pozornost k modelování význačných bodů řezu/stehu pomocí gaussovských směrů jejich okolí, doufal jsem, že by tento způsob detekce požadovaných bodů mohl být spolehlivější. Nejsou mi bohužel známé efektivní postupy pro práci s takovým modelem na množině obrázků a z časových důvodů jsem nechtěl implementovat vlastní řešení. Proto bylo upuštěno od použití pravděpodobnostního modelu a zbyl tak obyčejný template matching. První pokusy vypadaly slibně, proto byla tato metoda použita a postupně rozšířena o další komponenty. Bližší popis řešení je v sekci 2.

Strojové učení by mělo potenciálně výhodu nad expertním řešením laika v oboru, proto jsem ho ještě nechtěl nadobro opustit. Aby se předešlo problémům s měřítkem, chtěl jsem jako popis každého bodu obrázku použít několik LBP s různými poloměry odvozenými od rozměrů obrázku. Klasifikátor s těmito příznaky ale klasifikoval body s asi 50 % úspěšností, a tato slepá větev řešení byla tedy také opuštěna.

## 2 Popis řešení

Řešení práce je tedy založené na detekci koncových bodů řezu i stehů pomocí template matchingu. Detekce stehu probíhá ve 3 fázích. Nejprve je detekován řez, každý jeho konec se detekuje samostatně. Na základě sklonu řezu se odvodí vzor pro detekci koncových bodů stehů (pro každou stranu zvlášť). Body podezřelé na koncové body stehů se získají jako lokální maxima obrazu korelací s daným vzorem a platnost se ověřuje pomocí masky odvozené od zmíněného obrazu korelací a obrazu korelací s jiným podobným vzorem, díky čemuž se obvykle vyřadí body, kde je označená díra pro steh, ale steh jimi nevede. Takto získané body se dále prořezávají a na závěr se spárují horní a spodní body tak, aby tvořily stehy. Na závěr se vypočtou umístění průsečíků a úhly svírané stehem a řezem a výsledek se uloží do zadaného souboru.

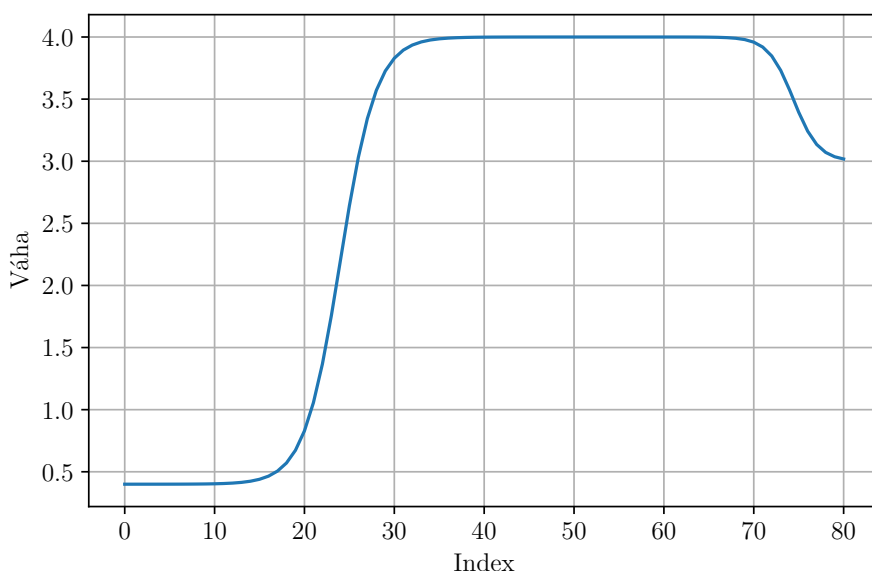
### 2.1 Předpoklady

Vzhledem k velkým možnostem variability v obrázcích stehů bylo řešení práce omezeno na případy, pro které platí, že:

1. Obrázek je orientovaný na šířku.
2. V obrázku je právě jeden řez s koncovými body na obrázku, které jsou blízko levému, resp. pravému svislému okraji.
3. Řez je přibližně vodorovný a leží přibližně na přímcce.
4. Obrázek může obsahovat 0 až několik stehů, které jsou přibližně svislé a z jejich koncových bodů vedou linie směrem kolmým na linii řezu.
5. Koncové body stehů jsou dostatečně vzdálené od průsečíku s řezem.

### 2.2 Vážení obrazů korelací se vzory

Při detekci řezu i stehů je výsledkem template matchingu obraz korelací obrazu se vzorem přiloženým do daného bodu obrazu. Z důvodu předpokladu polohy detekovaných bodů se korelace váží v závislosti na poloze, aby se zvýhodnily místa, kde je větší pravděpodobnost výskytu příslušného bodu. V případě řezu se jedná o jednoduchý lineární přechod od jedné strany (váha 1) na druhou (váha 0). U stehů je matice vah složitější. V každém sloupci je kombinace dvou sigmoid, které znevýhodňují předpokládané irelevantní části obrazu, čili oblast za řezem a oblast poblíž okraje. Příklad takového sloupce je na obrázku 1. Každý sloupec se vypočítává samostatně a má individuální umístění přechodu sigmoidy podle toho, kudy v něm prochází detekovaný řez.



Obrázek 1: Příklad sloupce ve váhové matici pro detekci koncových bodů stehů

## 2.3 Detekce řezů

Koncové body řezu se detekují v místě maxima váženého obrazu korelací vstupního obrazu s jednoduchým vzorem s jedničkovým pozadím o rozměrech  $\frac{2}{10} \times \frac{3}{10}$  výšky obrázku, od jehož  $\frac{1}{4}$  vede vodorovná čára (hodnoty 0) k okraji o tloušťce  $\frac{1}{2}$  výšky vzoru. Tyto zvolené hodnoty byly odhadnuty na základě obvyklého měřítka obrázků.

## 2.4 Detekce stehů

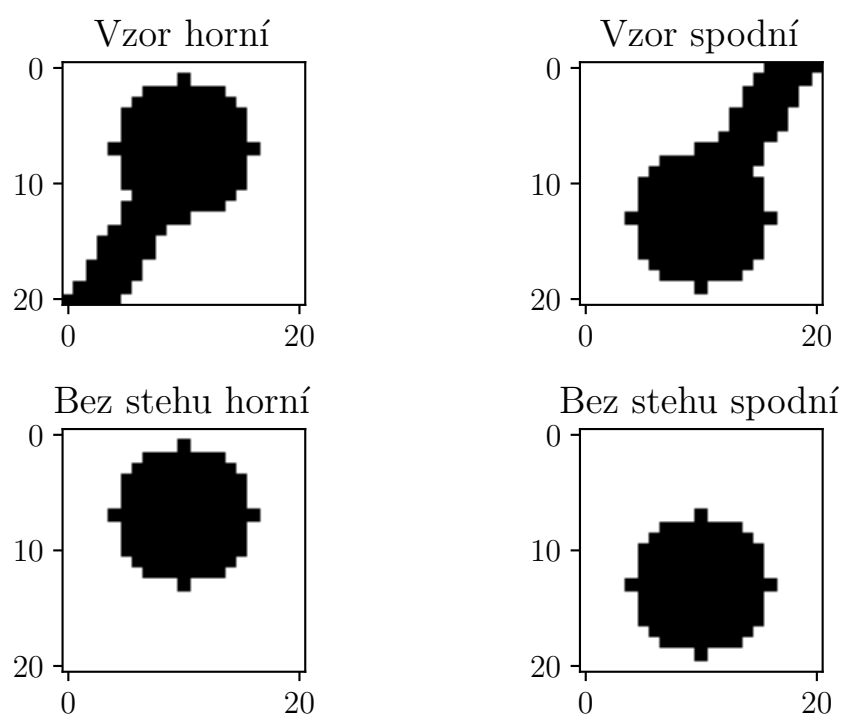
Nutnou podmínkou pro detekci stehů navrženou metodou je detekovaný řez, detekce stehů tedy následuje po detekci řezu. Využívá se totiž sklonu řezu ke generování použitých vzorů. Příklady vzorů jsou na obrázku 2. Korelační obraz je poté vážen již zmiňovanou maticí sigmoid a jsou na něm nalezena lokální maxima, která se označí jako kandidátní body. Navíc se vypočte ještě korelační obraz pro vzor bez stehové čáry. Za koncové body stehů na jedné straně se pak považují ty kandidátní body, které dosáhnou ve váženém obrazu alespoň 99,2 percentilu, hodnoty 1,6 a navíc je jejich hodnota vyšší než hodnota stejně zpracovaného korelačního obrazu se vzorem bez čáry. Tyto body se dále ještě prořezávaly, aby se odstranily případné duplicity a více bodů v jedné přímce (například v případě zachycení volného konce stehu, který pokračuje ve stejném směru). K tomu bylo použito automatické shlukování podle vodorovné polohy, kdy se body shlukovaly až do maximální vodorovné vzdálenosti  $\frac{1}{6}$  výšky obrázku. Ze shluků se zachoval vždy pouze jeden bod a to ten, který byl nejbližší centroidu jiného shluku (euklidovsky, v obou rozměrech).

## 2.5 Rekonstrukce stehů na základě detekovaných bodů

Po provedení všech kroků uvedených v sekci 2.4 pro obě strany se body spárovaly a tím vznikla množina stehů. Párování se provádělo tak, že se každému bodu z množiny horních hledal nejbližší bod z množiny spodních bodů do maximální vodorovné vzdálenosti  $\frac{1}{5}$  výšky obrázku. Bod, který nemá protistranu v dostatečné vzdálenosti je vynechán. Z párů bodů tak vznikla množina stehů

## 3 Závěr

Navržené řešení není ideální, protože je expertně založené (předem dané vzory) a složitě by se tak rozšiřovalo na případy, které nejsou uvažovány - např. šikmé stehy. Data v některých případech neodpovídají daným předpokladům, ale program tuto skutečnost nijak nezjišťuje a může vracet výsledky vzdálené realitě. I v předpokládaných případech se ale ve výstupech mýlí. Často je to podpořeno nekvalitou vstupu. Pro ostré obrázky s dostatečným rozlišením se stehy v přiměřené vzdálenosti od rány, které prochází skrz označené body je ale poměrně spolehlivý. Neduhý v některých zmíněných případech by bylo možné zmírnit dalším laděním parametrů nebo odvozením vzorů z dat.



Obrázek 2: Příklady vzorů pro detekci stehů, řez se sklonem  $30^\circ$