

## Model aktivnej kontúry s kľúčovými bodmi pre detekciu hranice objektu v obraze

Filipa Dvořáka

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit robustní a stabilní detektor siluety postavy v optickém obraze sejmutém v přirozeném prostředí. Projekt byl motivován potřebou poměrně přesně odměřit základní rozměry těla. Student měl definovat vhodné, snadno rozpoznatelné klíčové body na siluete postavy a spojit je s modelem uzavřené aktivní kontury (tzv. *snake*) tak, aby se s pomocí klasifikátoru v klíčových bodech modifikovaly parametry ovlivňující křivost kontury, případně zavedly nespojitosti v normále. Myšlenkou bylo použít pro aktivní konturu skrytý markovský model (HMM) doplněný o výstup z klasifikátoru tak, aby tento klasifikátor usnadnil přiřazení skrytých sémantických značek (*labels*) v modelu pro HMM. Model aktivní kontury měl na základě těchto skrytých značek měnit své parametry (velká tuhost na rovných částech kontury, malá tuhost na zakřivených částech kontury). K tomuto účelu nebylo nutné použít sofistikovaný klasifikátor, protože nebylo potřeba činit finální rozhodnutí o detekci té či oné části těla v obraze, ani samostatný detektor, protože detektorem měla být aktivní kontura. Obě komponenty modelu (klasifikátor, aktivní kontura) tak měly spolupracovat a vzájemně se doplňovat tam, kde jsou jejich slabiny. Zadání práce bylo formulováno poměrně volně tak, aby bylo možno ustoupit v případě, že bychom narazili na obtížný technický problém. Předpokládalo se, že student porozumí metodě aktivní kontury tak, aby ji byl schopen přeformulovat do podoby cílového modelu a přeformulovanou úlohu detekce implementovat.

Tento plán byl poněkud ambiciózní a asi přesahoval rozsah standardního bakalářského projektu. Student začal na tomto tématu pracovat včas, ale měl velký hendikep v tom, že nebyl vybaven znalostmi ani základních metod zpracování obrazu. Bylo nutno začít jednoduchými experimenty s elementárními technikami a postupovat metodou skládání dílčích modulů. To probíhalo poměrně pomalu, ale postupovali jsme, byť malými kroky. Pak jsem ovšem se studentem ztratil kontakt. Neměl jsem ani příležitost jakkoliv zasáhnout do textu první předložené práce, který jsem dostal do ruky až ve finální verzi.

Toto je druhá práce na stejné téma. Studentovi bylo dovoleno projekt dopracovat a pokusit se ho obhájit znovu. Přes to, že při dopracování udělal velký kus práce a zadání formálně splnil ve všech bodech, nedocílil dostatečně dobrých výsledků. Část tohoto neúspěchu byla podmíněna tím, že opět dlouhou dobu nekomunikoval se svým vedoucím, takže nejen nemohly být odstraněny nedostatky metody, které jsou z předložené práce patrné, ale vedoucí ani neměl možnost výrazněji zasáhnout do textu práce ještě než byla předložena. Nutno ovšem ocenit, že oproti předchozí verzi je přepracovaná verze mnohem lépe strukturovaná a je úplnější a podrobnější.

Následující komentář ozřejmuje míru nedokonalosti předložené práce:

1. Vzorec (3.1) je nepřesný, má v něm jít o  $E_T(\lambda_i | \lambda_{i-1})$ .
2. Co vyjadřuje člen  $E_\lambda(v_i | \lambda_i)$  ve vzorci (3.2)?
3. Ve vzorci (3.3) chybí  $\lambda_{i-1}$  na levé straně.
4. Není jasné jak je definována křivost nutná pro vzorec (3.4). Graf na obr. 3.1 dovoluje úhly pouze  $\pm 90^\circ$ ,  $\pm 135^\circ$ ,  $180^\circ$ . To by dovolovalo příliš málo hodnot křivosti na to, aby koncept křivosti mohl být v navrženém modelu užitečný.

5. Podobně  $E_E(v_{i-1}, v_i | \lambda_i)$  může nabývat jen dvou hodnot. Neomezuje to příliš kvalitu řešení?
6. Co popisuje vzorec (3.5)? Jak (kde) je definována funkce  $E_T$ ?
7. Zdá se, že roli, kterou má hrát potenciál  $E_T$ , vložil student do parametrů  $\alpha$  a  $\beta$  (sekce 3.1.4). To je velmi nešikovná volba. Není jasné jak  $\alpha$  a  $\beta$  implementují požadavek, že na různých částech kontury má být jiné apriorní omezení křivosti.
8. Proč je ve vzorci (3.9) kladena podmínka  $\psi_{j+1} \neq \psi_j$ ? Algoritmus s takovou podmínkou uváže v nekonečném cyklu.
9. Je opravdu nutná šedotónová dilatace popsaná v sekci 3.2.2?
10. K sekci 3.3: Student měl použít/zkonstruovat “skóre klasifikátoru” a naučit se rozdělení pravděpodobnosti souboru těchto sedmi skóre pro každou ze sedmi tříd. Popis této konstrukce v práci chybí. Krátký text na začátku sekce 4.2 jako popis nepostačuje.
11. Ač student strávil hodně času na konstrukci prohledávacího grafu (sekce 3.4) tak, aby dovoloval jen spojitě jordanovské křivky, problém úspěšně nevyřešil, ač podle mého názoru jde o polynomiální úlohu  $O(n^2)$ . Nedostatek je patrný v obr. 3.16 a na výsledcích v kapitole 4.
12. Jak je prakticky zajištěn požadavek ze sekce 3.4.3, že žádné tři po sobě následující vrcholy polygonu kontury neleží na jedné přímce? Tento požadavek je nutný pro konstrukci “senzorů”.
13. Algoritmus dynamického programování v sekci 3.5.1 je bohužel popsán neúplně, protože chybí popis modifikace pro cyklický graf. Tuto modifikaci jsme opakovaně probírali a správné řešení našli. Je nutno řešit opakovanou úlohu dynamického programování na řetězci, pro každý počáteční uzel jednu. Ceny těchto řešení se doplní o cenu návratu do počátečního uzlu. Mezi doplněnými řešeními se teprve vybere cyklus minimální ceny. Všechny cesty grafem musí samozřejmě mít stejný počet uzlů (a hran).

Pokud by student častěji a pravidelně konzultoval, naučil by se o metodách podstatně více, výše zmíněné nedostatky by byly odstraněny a s velkou pravděpodobností by dosáhl o mnoho lepších výsledků. S přihlédnutím k náročnosti tématu přepracovanou práci navrhuji hodnotit stupněm **D – uspokojivě**.

Doc. Dr. Techn. Ing. Radim Šára  
katedra kybernetiky FEL ČVUT  
23. 8. 2017