

SPORE DETECTION IN MICROSCOPIC IMAGE

Ondřej JEŽ, Master Degree Programme (5)
Dept. of Control and Instrumentation, FEEC, BUT
E-mail: ondra@mujmail.cz

Supervised by: Dr. Václav Jirsík

ABSTRACT

Venturia inaequalis is a common apple tree parasite. Its spores are captured on a collector tape, which is later analyzed through a microscope. SporeDetect software was developed to deal with spore recognition in the microscopic image. The program has following functions: adaptive image pre-processing, adaptive segmentation, object detection, scalar description of object's morphology, tree based classification. Experimental neural network for intelligent spore recognition based on scalar description was also developed in Matlab environment. The results (79 % successfully recognized objects) encourage for future implementation of this network into SporeDetect software.

1 ÚVOD

Strupovitost jabloní je choroba napadající všechny nadpovrchové části stromů jabloní. Škody působí zejména na plodech, na kterých se po napadení vytváří skvrny. Choroba se šíří vzduchem prostřednictvím spor, které jsou zachycovány lapačem na speciální pásku. Tato páska je později analyzována v laboratoři, úkolem je zachytit první výskyt spor ve vzduchu. Manuální hledání spor na pásce je v praxi velmi obtížné, neboť páska má po dvousetnásobném zvětšení plochu cca 4 m², přičemž spora je při tomto zvětšení velká cca 2x1 cm. Proto je úkol automatizace detekce spor nezbytný.

2 ROZBOR ÚLOHY

Vstupní obraz je snímán CCD kamerou připevněnou k mikroskopu a uložen na disk ve formátu JPG. Jeho velikost je 720x576 bodů, barevná hloubka 24 bitů. Dále je obraz podsvícen, tj. objekty v něm jsou tmavé a pozadí světlé. Zvláštností jsou nerovnoměrně jasné oblasti v obraze, které jsou způsobeny zejména pokřivením pásky.

V obraze se kromě spor strupovitosti jabloní vyskytují také různé cizorodé částice. Některé, jako např. prach, nepředstavují vzhledem k odlišnosti od spor přílišnou komplikaci. Vyskytují se zde ale také některé jiné spory, které svou velikostí i tvarem sporu strupovitosti připomínají. Nejpodobnější je spora černí, která vnáší do úlohy vysokou náročnost na přesnost klasifikace.

3 ŘEŠENÍ ÚLOHY

3.1 PŘEDZPRACOVÁNÍ OBRAZU A SEGMENTACE

Software pro řešení úlohy SporeDetect byl realizován pro 32 bitové prostředí Microsoft Windows, naprogramován byl v jazyce Visual C++.

Obraz nejprve převeden do stupňů šedi (barevná informace je z hlediska úlohy irelevantní). Následně je provedena negace obrazu, aby spory měly číselně vyšší úroveň jasu nežli pozadí. Poté je třeba vyfiltrovat z obrazu drobné objekty a zredukovat šum. K tomu byl použit adaptivní mediánový filtr. Jeho výhodou je to, že při redukci šumu v obraze zachovává morfologii objektů (neohlazuje objekty).

Segmentace obrazu znamená v podstatě prahování obrazu na body, které náležejí objektům, a na pozadí. Vzhledem k nerovnoměrnému prosvícení pásky a tudíž existenci oblastí s různou úrovní jasu byla zvolena adaptivní segmentace obrazu. Tento druh segmentace se adaptuje podle průměrné úrovně jasu v dané oblasti.

3.2 DETEKCE OBJEKTU A JEJICH SKALÁRNÍ POPIS

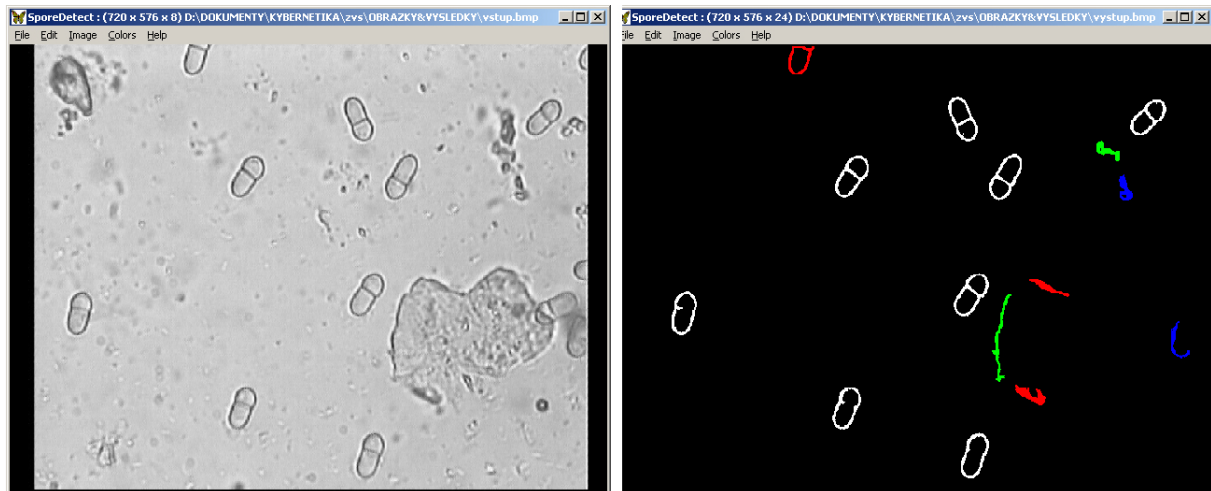
Detekce objektu byla provedena algoritmem *semínkového vyplňování*, výsledkem detekce je dvourozměrné pole obsahující souřadnice bodů patřící objektu. V této fázi byla implementována bezeztrátová filtrace malých objektů zamezující dalšímu zpracování objektů s nízkým či naopak příliš vysokým počtem obrazových bodů.

Při skalárním popisu jde matematicky o vytvoření vektoru příznaků, který je klasifikátorem dále transformován [2]. Skalární popis objektu vychází z morfologie objektu a z jeho dalších obrazových vlastností. Pro popis objektu je třeba vybírat takové vlastnosti, které jej budou od ostatních možných objektů v obraze odlišovat. Realizovaná procedura pro skalární popis počítá většinu základních momentů i, j řádu $M(i, j)$, normovaných centrálních momentů $NM(i, j)$, hlavních geometrických momentů $PM(i, j)$ a mnohé jiné morfologické parametry. Základní momenty jsou analogií základních fyzikálních momentů tělesa. Centrální momenty jsou počítány vzhledem k těžišti objektu, proto jsou invariantní vůči posunutí, normované centrální momenty jsou navíc invariantní k velikosti objektu a poslední – hlavní momenty (principal moments) jsou dále invariantní vůči natočení objektu (při výpočtu se zjišťuje a bere v úvahu hlavní fyzikální osa objektu) [1].

3.3 KLASIFIKACE OBJEKTŮ

V rámci vyvinutého programu již byla realizována provizorní klasifikace pomocí rozhodovacího stromu, kdy klasifikátor podle jednotlivých intervalů proměnných $PM(2,0)$, $PM(0,2)$, a DP určuje, zda jde o sporu strupovitosti. Na obrázku č.1 je v levé části je vstupní a v pravé výstupní obraz, ve výstupu jsou bíle vykresleny rozpoznané spory. Větší pozornost ale byla věnována vývoji neuronové sítě, která byla vytvořena pomocí knihovny Neural Networks Toolbox programového prostředí MATLAB. Neuronová síť byla navržena pro 11 vstupů (jako nejvhodnější byly shledány $PM(2,0)$, $PM(0,2)$, $PM(4,0)$, $PM(2,2)$, $PM(0,4)$, *elongace EL*, *disperze DP*, *extenze EX*, *aproximovaný obvod PM*, *tvarový faktor SF* a *plocha děr HA*) a tři výstupy. Tyto výstupy budou představovat tři třídy: spora strupovitosti jabloní, spora černí, zobecnělý jiný objekt. Topologie neuronové sítě byla zvolena **11 – 24 – 3**. Trénovací množina byla vytvořena pouze ze spor, které byly morfologicky kompletní, a z mnoha cizorodých částic.. Maximum ve složce výstupního vektoru označuje příslušnost

objektu k odpovídající třídě. Přenosové funkce byly nastaveny na typ PURELIN a maximální čtverec chyby na 0,05. Učení bylo nastaveno na typ backpropag, konkrétně byla zvolena učící funkce TRAINLM. Pro učení vah bylo použito LEARNINGDM a jako výkonnostní (chybová) funkce byla použita MSE. Výsledky klasifikace jsou následující: 73% úspěšnost detekce spor strupovitosti, 80% úspěšnost detekce spor černí a 93% úspěšnost detekce jiného objektu. Celkově bylo předloženo 29 objektů, 23 z nich bylo detekováno úspěšně, to jest 79 %. Předložené (testovací) objekty nebyly součástí trénovací množiny.



Obr. 1: *Vstupní a výstupní obraz*

4 ZÁVĚR

Byl vytvořen program pro detekci spor v mikroskopickém obraze. V rámci tohoto programu byl realizován řetězec předzpracování obrazu, segmentace, vyhledání objektu, jeho popisu a klasifikace. Předzpracování a segmentace obrazu byla vzhledem k variabilitě vstupního obrazu řešena adaptivně, skalární popis objektu využívá geometrických momentů a jiných morfologických charakteristik. V rámci realizovaného programu byl vytvořen provizorní klasifikátor s rozhodovacím stromem, souběžně byla vně programu vytvořena neuronová síť pro inteligentní klasifikaci. Vzhledem k výsledkům při rozpoznávání pomocí externí neuronové sítě (celková úspěšnost 79 %) bude budoucí vývoj projektu zaměřen na její implementaci do vlastního programu SporeDetect.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Václavu Jirsíkovi, CSc. za vedení a připomínky k mé práci.

LITERATURA

- [1] Druckmuller, M. Heriban, P.: Digital Image Processing System for Windows version 5.0, referenční příručka, SOFO 1996, Brno
- [2] Lažanský, J., Mařík, V., Štěpánková, O. et al: Umělá inteligence (1), Praha, Academia 1993