

# Studentská Vědecká Konference 2012

## Analýza rostlin metodami zpracování obrazu

Tomáš Ryba\*†

### 1 Úvod

Rostliny se neustále aklimatizují dynamicky se měnícím okolním podmínkám, čímž dochází ke změnám jejich struktury. Tyto změny mají přímý vliv na proces fotosyntézy, která slouží mimo jiné i jako jakési měřítko efektivnosti využití dopadlého světelného záření. Jedním způsobem, jak měřit schopnost rostliny efektivně přeměňovat energii absorbovaného světelného záření, je analýza fluorescence, o čemž pojednává tato práce.

### 2 Biologické hledisko

Možnosti, jakými dochází v rostlinách k přeměně absorbované světelné energie, jsou celkem tři, z toho dvě jsou z našeho hlediska důležité: fotosyntéza a fluorescence, viz např. Krause a Weis (2012) a Pedrós et al. (2008).

#### 2.1 Fotosyntéza

Fotosyntéza je jev, při kterém dochází k přeměně energie světelného záření na energii chemických vazeb. V jednoduchosti lze daný proces popsat jako tvorbu energeticky bohatých organických sloučenin (cukrů) z jednoduchých anorganických látek (oxid uhličitý a voda). V první fázi dochází k pohlcení světla a jeho využití k získání tzv. excitační energie. Dochází přitom k rozkladu vody a uvolnění kyslíku. Ve druhé fázi je využita získaná excitační energie k zabudování oxidu uhličitého do molekul cukrů, které dále slouží jako zásobárna energie či jako stavební prvky složitějších struktur.

#### 2.2 Fluorescence

Část excitační energie může být bez užítku vyzářena zpět do atmosféry pomocí fotonů o nižší energii, dochází k tzv. fluorescenci. Tato vlastnost je nežádoucí a indikuje neefektivní využití přijaté energie. Na druhou stranu, měření této fluorescence je významná technika pro neinvazivní analýzu dynamiky fotosyntézy rostlin. Zjednodušeně řečeno, fluorescence a fotosyntéza spolu soupeří o excitační energii, tzn. čím vyšší efektivita fotosyntézy, tím nižší množství fluorescence a naopak.

### 3 Přístup

Většina tradičních přístupů v této oblasti nepracuje přímo s 3D modelem rostliny a veškerá analýza je prováděna pouze z několika určitých 2D pohledů, viz Bellasio et al. (2012). Inovativní část této práce je založena na tvorbě 3D modelu rostliny, na který budou následně registrována data popisující fluorescenci. K tvorbě tohoto modelu a snímání fluorescence slouží speciálně zkonstruovaný hardware, který je popsán v následující sekci.

---

\* student doktorského studijního programu Aplikovaná věda a informatika, obor Kybernetika a řídicí technika, e-mail: tryba@kky.zcu.cz.

† zaměstnanec Centra výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.

K určení struktury rostlin je nutné použít segmentační metodu, která povrchový model rozčlení na smysluplné části (stonek, listy apod.). Většina těchto metod pracuje na základě tzv. *pravidla minima*, které je inspirováno lidským vnímáním. Pomocí tohoto pravidla je model rozdělen na jednotlivé části v konkávních místech.

Segmentovanou rostlinu je poté možné dále analyzovat a určit tak např. velikost listové plochy, sklon jednotlivých větví či listů vůči zemi apod. Tato analýza je vhodná pro zkoumání chování rostlin pod určitým stresem, např. nedostatek vody či světla.

## 4 Používaný hardware

Pro tuto úlohu je používána speciální konstrukce, tzv. *Arch*, na které jsou připevněny zbylé hardwarové přístroje. Arch se skládá ze dvou hlavních částí: základny a oblouku. Základna obsahuje část pro umístění rostliny a držák na kameru nebo skener. Tento držák je upevněn na rotační části, je možné tedy snímat rostlinu z 360° perspektivy. Na oblouku jsou připevněny speciální LED panely, pomocí kterých jsou simulovány různé světelné podmínky. Pohybem těchto panelů po oblouku je možné simulovat pohyb slunce po obloze.

Trojrozměrný model je získán použitím 3D skeneru *Artec MHT<sup>TM</sup>*, který pracuje na principu tzv. strukturovaného světla. V případě plochých objektů je možné algoritmus pro výpočet 3D modelu podpořit texturní informací.

Fluorescence rostlin se pohybuje v neviditelné části spektra. Pro její zachycení je tedy nutné použít speciální kameru. V této práci je používána *FluorCam*, poskytující rozlišení 512x512 pixelů o 12 bitové šedotónové škále.

## 5 Závěr

Využití metod počítačového vidění pro analýzu chování rostlin v různých podmínkách v sobě skýtá silný potenciál. Pulsní modulací světla dopadajícího na povrch listů a současnou analýzou fluorescence je možné zjistit, jak je zkoumaná rostlina schopna efektivně využít energii získanou ze světelného záření. Analýzou struktury rostlin zatížených určitým stresem je možné určit jejich odolnost a schopnost přežití při ztížených podmínkách. V prezentované práci byl popsán základní přístup pro zmíněnou analýzu a použité přístroje.

## Poděkování

Práce je podpořena studentskou grantovou soutěží: Inteligentní metody strojového vnímání a porozumění (SGS-2010-054) a projektem European Plant Phenotyping Network, projekt FP7 č. 284443.

## Literatura

Bellasio, Ch. and Olejníčková, J. and Tesař, R. and Šebela, D. and Nedbal, L., 2012. *Computer Reconstruction of Plant Growth and Chlorophyll Fluorescence Emission in Three Spatial Dimensions*. Sensors 12, no. 1 pp 1052-1071.

Krause, G. H. and Weis, E., 1991. *Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basics*. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 42.1 pp 313-349.

Pedrós, R. et al., 2008. *Chlorophyll fluorescence emission spectrum inside a leaf*. Photochemical photobiological sciences, Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology 7.4 pp 498-502.