

3-D МОДЕЛЮВАННЯ В СТВОРЕННІ ДОСТОВІРНОГО ПОВЕРХНЕВОГО РОСЛИННОГО ШАРУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Сгорова О. Ю.¹, Шинкаренко І. М.¹, Саприка О. В.²

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

²Белгородський державний технологічний університет імені В. Г. Шухова

Представлена тривимірна динамічна вимірювальна система на основі LIDAR і оцінена для визначення геометричної характеристики листових тепличних культур. Використовуючи дану систему вимірювання, можливо сканувати рослину з двох протилежних сторін для отримання двох тривимірних точкових хмар.

Постановка проблеми. У світлокультурі рослин чималі витрати енергії пов'язані із забезпеченням умов для фотосинтезу. Сучасний погляд на теоретичні питання енергозаощадження передбачає розгляд процесу руху потоку енергії через всі етапи перетворення, що визначають загальну ефективність її застосування. даний підхід є основою прикладної теорії енергозбереження в енерготехнологічних процесах АПК, в якій конкретизуються закономірності і механізми взаємодії сільськогосподарських біологічних об'єктів зі штучним середовищем. Для розробки теорії і практики управління, світлокультурі необхідна наявність математичних моделей продукційного процесу рослин, перш за все зростання, розвитку і фотосинтетичної діяльності. За своєю природою показники зростання являються інтегральними і характеризують вплив зовнішніх факторів на стан рослини. Головною відправною точкою при цьому є характеристика приймача, тобто листової поверхні рослини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відображенням процесу росту рослини є біометричні показники, які достатньо просто фіксувати в часі. Отримані дані можуть бути використані при розробці алгоритмів керування продуктивністю рослин [1], завдання ускладнюється тим, що кількісні процеси перетворення речовини і енергії в рослині відбуваються поряд з регуляційними, які ініціюють якісні зміни в структурі або поведінці організму рослини в залежності від поточного внутрішнього стану або складаються зовнішніх умов. Як правило, листова маса являє собою складногеометричну структуру, в якій відбувається більшість фундаментальних взаємодій між рослиною і навколишнім середовищем. Вона управляє, наприклад, вловлюванням сонячної радіації, яка є рушійною силою фотосинтезу і контролює зростання [2, 4]. Оскільки обмін енергією і речовинами в листках відбувається головним чином на їх поверхнях, це стимул для розробки методів вимірювання, які здатні визначати деталі на рівні листя. Листя мають тимчасову і просторову організацію, яка включає в себе їх положення, розмір, кількість, тип і зв'язок з іншими елементами сфери наземної рослинності. Важливим показником для опису структури рослини є індекс площі листа (LAI), який використовується в будь-якому дослідженні потоку перенесення, такого як обмін газів, наприклад, CO₂ або перенесення випромінювання. Що стосується радіаційного перехоплення, LAI визначається як

загальна одностороння площа листа на одиницю площі поверхні землі. Однак в [2, 3] автори запропонували альтернативне визначення LAI, яке враховує кривизну, зморшки і шорсткості поверхні листа.

Мета статті. Обґрунтування доцільності та можливості використання наземної системи сканування LiDAR, при проектуванні опромінювальних установок .

Основні матеріали дослідження. Нахил листя (висота, скрученість і азимут) впливає на процес фотосинтезу двома способами:

- він забезпечує механізм для досягнення сприятливих швидкостей фотосинтезу в певний час протягом дня;

- він обмежує вплив високої частоти фотонного опромінення, несприятливого для фотосинтезу. Більш загальний індекс, що описує нахил листя, являє собою розподіл кутів листа (LAD). Це важливий параметр для характеристики структури "зеленого купола" і грає вирішальну роль в моделюванні переносу випромінювання. У таких дослідженнях рослинна поверхню представлені або у вигляді каламутній середовища, або у вигляді дискретних розсіювачів. Робота з реконструйованими віртуальними рослинами і / або з точним описом кривизни листа дозволила б більш точно і геометрично ідентично симулювати для досліджень потоку перенесення і для моделювання поглинання випромінювання в листі.

Кілька інноваційних методів дистанційного зондування спробували описати параметри структури рослинності, такі як LAI або LAD, швидко і точно. Використання фотографій, датчиків світла і телеоб'єктивів пропонує можливі рішення проблем оцінки структури, але в основному стикається з практичними проблемами в польових умовах. Технологія виявлення і розподілу світла (LiDAR) потенційно надає новий інструмент для створення точного і всебічного тривимірного математичного опису структури рослини. Цей метод дистанційного зондування збирає інформацію про структуру шляхом сканування об'єктів неруйнівним чином і без фізичного контакту. На відміну від пасивних систем, таких як гіперспектральні сканери, яким необхідне незалежне джерело енергії активна наземна система LiDAR (TLS) має своє власне джерело енергії. TLS використовують потужне сильно колімоване оптичне світло або лазерний промінь. Енергія такого лазерного променя, що взаємодіє з вимірюваним

об'єктом, частково відбивається назад в напрямку лазерної системи, де вона реєструється датчиком і використовується для вимірювання відстані між цим датчиком і освітленою плямою на вимірюваному об'єкті. Це вимір може бути досягнуто шляхом визначення часу переміщення (TOF) через вимірювання фазового зсуву амплітудно-модульованої безперервної хвилі (AM-CW) або з використанням технології з частотною модуляцією безперервної хвилі (FM-CW). У сільському господарстві цей пристрій ефективно використовувалося для оцінки вегетативного обсягу і його площі поверхні. Однак, щоб отримати точний опис геометрії маленького об'єкту, наприклад листа, число і щільність хмари точок є визначальними. У разі сканованою листа якість сканування може бути погіршена через:

- тінювий ефект. Листя на поле зору TLS переднього плану ховаються на задньому плані. Вони або частково скануються, або взагалі не скануються;

- вітер або конвекційні (турбулентні) потоки, які можуть переміщати гілки і листя під час процесу сканування і зменшувати якість сканування;

- відбиття поверхні листя, геометричне калібрування TLS, відстань між листям і кут падіння променя TLS з поверхнею відходу, може знизити точність сканування.

У приладі застосовується LMS200 - це безпечний для очей лазерний датчик, який випромінює на довжині хвилі 905 нм (близько інфрачервоного діапазону). Датчик дає оцінки в полярній формі, забезпечуючи відстань і кут для кожної точки вимірювання. У діапазоні від 0 до 8 м з роздільною здатністю 1 мм, а стандартне відхилення $\pm 1,5$ см. Максимальний кутовий діапазон становить 0° - 180° , але можуть бути налаштовані менші діапазони. Напрямок променя 0° і 180° є вертикальним, відповідно спрямованим вгору і вниз. Кутова роздільна здатність може бути налаштована користувачем з вибором трьох можливих значень: 1° , $0,5^\circ$ і $0,25^\circ$. Використовуючи максимальний кутовий діапазон (0° - 180°) і обрану роздільну здатність, при кожному скануванні отримана наступна інформація [3]. Майбутні програмні додатки для обслуговування системи LIDAR, які забезпечують більш точну динамічну оцінку різних властивостей рослин, повинні поліпшити наше уявлення про поверхневу організацію листового покриву рослин і взаємодії між рослинами і їх середовищем. Більш того, об'єднання 3D-лідара з іншими пасивними і активними методами візуалізації потенційно поліпшить точність дистанційного зондування в повітрі і дозволить проаналізувати тривимірну інформацію про екофізіологічні реакції і рівнях різних речовин в сільськогосподарському та екологічному застосуванні.

Висновки. Щільність точок для листа може бути занадто бідною, щоб надати детальну інформацію для отримання нахилу листа та іншої геометричної інформації, такої як площа, форма або характер поверхні. Традиційно нахил листа безпосередньо визначається за допомогою транспортира або з електромагнітним дигитайзером. Ці два методи

вимагають багато часу і трудомісткі. Саме з цієї причини TLS стала новою можливістю в дослідженнях геометрії форми листа і створення 3-х вимірної моделі поверхні.

Список використаних джерел

1. Ракутько С. А. Оценка экологичности и энергоэффективности предприятия АПК с помощью иерархической модели ИБЭС / С. А. Ракутько, В. Н. Бровцин, А. П. Мишанов [та ін.] // Региональная экология. - 2015. - № 6 (41). - С. 58-66.

2. Zheng G. Retrieving Leaf Area Index (LAI) Using Remote Sensing: Theories, Methods and Sensors. Sensors (Basel, Switzerland) / G. Zheng, L. M. Moskal. - 2009. - № 9(4). - P. 2719-2745.

3. Bradbury R. Modeling relationships between birds and vegetation structure using airborne LiDAR data: A review with case studies from agricultural and woodland environments / R. Bradbury, R. Hill, D. Manson, S. Hinsley. - IBIS.2005;147:443-452.

4. Єгорова О. Ю. Створення сучасних опромінювальних установок для сільського господарства з врахуванням спектрального складу джерел світла / О. Ю. Єгорова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. - 2016. - Вип. 165. - С. 116-117.

Аннотація

3-D МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОЗДАНИИ ДОСТОВЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Егорова О. Ю., Шинкаренко И. Н., Сапрыка О. В.

Представлена трехмерная динамическая измерительная система на основе LIDAR и оценена для определения геометрической характеристики листовых тепличных культур. Используя данную систему измерения, возможно сканировать растение с двух противоположных сторон для получения двух трехмерных точечных облаков.

Abstract

3-D MODELING FOR THE CREATION OF A SURVIVAL SURFACE PLANT IN THE DESIGN OF IRRIGATION INSTALLATIONS

O. Iegorova, I. Shynkarenko, O. Sapryka

A three-dimensional dynamic measuring system based on LIDAR is presented and evaluated to determine the geometric characteristics of leaf greenhouse crops. Using this measurement system, it is possible to scan the plant from two opposite sides to obtain two three-dimensional point clouds.