



美国《工程索引》(Ei) 收录期刊
美国《化学文摘》(CA) 收录期刊
Scopus数据库收录期刊
中文核心期刊 中国科技核心期刊
中国科学引文数据库来源期刊
RCCSE中国权威学术期刊

ISSN 1000-1298
CODEN NUYCA3

农业机械学报

NONGYE JIXIE XUEBAO

Transactions of the Chinese Society
for Agricultural Machinery

第53卷

特约专稿

土地利用 / 覆被深度学习遥感分类研究综述

冯权洸 牛博文 朱德海 陈泊安 张超 杨建宇

2022 3

ISSN 1000-1298



9 771000 129220

中国农业机械学会主办

农业机械学报
NONGYE JIXIE XUEBAO

2022 年 第 3 期(第 53 卷)

目 次

特约专稿

土地利用/覆被深度学习遥感分类研究综述
..... 冯权洸 牛博文 朱德海 陈泊安 张 超 杨建宇(1)

农业装备与机械化工程

基于多传感器融合的水稻行识别与跟踪导航研究
..... 贺 静 何 杰 罗锡文 李伟聪 满忠贤 冯达文(18)

双导航模式果园运输机器人设计与试验 毛文菊 刘 恒 王小乐 杨福增 刘志杰 汪宗阳(27)

基于离散元法的砖红壤斜柄折翼式深松铲设计与试验
..... 张喜瑞 曾望强 刘俊孝 吴 鹏 董学虎 胡宏男(40)

对辊挤压式砂姜黑土整地机设计与试验 陈桂斌 董 超 张 立 王庆杰 何 进 李洪文(50)

组合型孔轮式玉米精量穴播器设计与试验 ... 伍皖闽 陈学庚 王士国 颜利民 蒋德莉 纪 超(60)

绿豆种子离散元仿真参数标定与排种试验 张胜伟 张瑞雨 陈天佑 付 君 袁洪方(71)

气吸式马铃薯播种机一体式风机优化设计与试验
..... 吕金庆 朱明芳 竹筱歆 李季成 苏文海 刘中原(80)

基于 DEM – MBD 耦合的链勺式人参精密排种器研究
..... 赖庆辉 贾广鑫 苏 微 赵立军 邱小宝 吕 勤(91)

丘陵山地作物移栽机井窖式成穴机构设计与试验
..... 徐高伟 荐世春 宋裕民 方会敏 邱绪云 明向兰(105)

气动下压式高速移栽机自动控制系统设计与试验
..... 王 超 李永磊 宋建农 马荣华 刘彩玲 李方林(114)

花生捡拾收获机秧蔓输送装置设计与试验 ... 王伯凯 张 鹏 曹明珠 顾峰玮 吴 峰 胡志超(126)

多气流协同式果园 V 形防飘喷雾装置设计与试验
..... 樊桂菊 牛成强 张震明 王东伟 毛文华 姜红花(138)

自走式全混合日粮制备机取料装置设计与试验
..... 陈兆英 王保兴 范国强 董和银 王忠宇 王玉亮(148)

蚯蚓运动特征仿生筛筛上玉米脱出物运动特性研究 ... 王立军 于泳涛 张 帅 宋良来 冯 鑫(158)

水重力式马铃薯静摩擦因数测定仪设计与试验 杨小平 石林榕 臧 金 赵武云 田剑锋(167)

不同导叶开度下立式蜗壳离心泵失速特性分析 张德胜 杨雪琪 杨 港 许 彬 赵睿杰(175)

基于三方方程 VLES 模型的进水池吸气涡数值模拟 黄先北 郭 婧 仇宝云(183)

农业信息化工程

生态涵养区农村居民点内部用地结构特征研究	唐秀美	刘 玉	任艳敏	杨亚楠	(189)
LiDAR 单木分割辅助的无人机影像 CNN + EL 树种识别	徐志扬	陈 巧	陈永富		(197)
基于探地雷达杂波抑制与偏移成像的树木根系定位方法	李光辉	徐 汇	刘 敏		(206)
基于骨架关键点重规划的 Voronoi 图法路径规划	朱建阳	张旭阳	蒋 林	李 峻	雷 斌 (215)
基于双目视觉的田间作物高度和收割边界信息提取	魏新华	张 敏	刘青山	李 林	(225)
基于深度学习的模糊农田图像中障碍物检测技术	薛金林	李雨晴	曹梓建		(234)
基于轻量级残差网络的植物叶片病害识别	李书琴	陈 聪	朱 彤	刘 斌	(243)
基于机器视觉的田间小麦开花期判定方法 ...	刘 平	刘立鹏	王春颖	朱衍俊	王宏伟 李 祥 (251)
基于多特征融合的蛋鸡发声识别方法研究 ...	余礼根	杜天天	于沁杨	刘同海	孟 蕊 李奇峰 (259)
基于模糊 PID 的犊牛代乳粉奶液温度控制系统设计与试验	贺 刚	蔡晓华	白 阳	祝 露	王德成 侯云涛 (266)
基于 Jetson Nano + YOLO v5 的哺乳期仔猪目标检测	丁奇安	刘龙申	陈 佳	太 猛	沈明霞 (277)
基于改进 YOLO v3 的肉牛多目标骨架提取方法	张宏鸣	李永恒	周利香	汪 润	李书琴 王红艳 (285)
兽药致病命名实体 Att - Aux - BERT - BiLSTM - CRF 识别	杨 璐	张 恬	郑丽敏	田立军	(294)
大田土壤电导率快速检测系统设计与试验 ...	韩长杰	杨文奇	窦汉杰	王 秀	胡丽娜 翟长远 (301)
不同池型结构循环水养殖池水动力特性研究	张 俊	王明华	贾广臣	曹守启	(311)

农业水土工程

黄淮海旱作区农田耕层土壤结构特征与其影响因素 ...	李 勇	赵云泽	勾宇轩	于茹月	黄元仿 (321)
基于 CWT - sCARS 的东北旱作农田土壤有机质高光谱反演	勾宇轩	赵云泽	李 勇	卓志清	曹 梦 黄元仿 (331)
土壤 Hg 和 NDVI 全局均值估计的样本点权重调整方法	张东悦	朱庆伟	董士伟	潘瑜春	吴亚楠 谭梦岩 (338)
含沙水磁化处理减缓滴头堵塞机理研究	牛文全	赵 雪	王照熙	张文倩	吕 畅 董爱红 (346)

农业生物环境与能源工程

基于碳同化的群体光合速率测量系统设计与试验	张军华	陈丹艳	卢有琦	孙章彤	张海辉 胡 瑾 (357)
基于 RF - GRU 的温室番茄结果前期蒸腾量预测方法	李 莉	李 伟	耿 磊	李文军	孙 泉 SIGRIMIS N A (368)
双碳背景下黑龙江省农村生活用能研究	申瑞霞	姚宗路	赵立欣	霍丽丽	罗 娟 (377)
网格化低温相变储热单元传热性能预测研究	郭 泉	邱云峰	王亚辉	史志国	田 瑞 崔瑞军 (384)

农产品加工工程

香蕉低压过热蒸汽-真空组合干燥研究·····	王瑞芳	王竞成	赵东海	徐 庆	肖 波	吕黄珍	(392)
基于单阶段目标检测算法的羊肉多分体实时分类检测 ·····	赵世达	王树才	郝广钊	张一驰	杨华建		(400)
基于光谱成像的猪肉新鲜度空间分布预测评价方法 ·····	赵茂程	吴泽本	汪希伟	邢晓阳	陈加新	唐于维一	(412)
空化射流条件下大豆分离蛋白糖基化产物乳液特性研究 ·····	王中江	郭亚男	任双鹤	李柏良	孟凡迪	郭增旺	(423)

车辆与动力工程

遥操作拖拉机路感模拟系统设计与实验 ·····	薛金林	曹梓建	李雨晴	(432)
-------------------------	-----	-----	-----	---------

机械设计制造及其自动化

具有多模式球面 4R 机构结构参数研究 ·····	刘 伟	刘宏昭	胡旭宇	(440)
含折展平台的多模式移动并联机构设计与运动特性分析 ·····	张春燕	平 安		(449)

Transactions of the Chinese Society
for Agricultural Machinery
Vol.53 No.3 2022

Contents

Invited Paper

Review for Deep Learning in Land Use and Land Cover Remote Sensing Classification
..... FENG Quanlong NIU Bowen ZHU Dehai CHEN Boan ZHANG Chao YANG Jianyu (1)

Agricultural Equipment and Mechanization Engineering

Rice Row Recognition and Navigation Control Based on Multi-sensor Fusion
..... HE Jing HE Jie LUO Xiwen LI Weicong MAN Zhongxian FENG Dawen (18)

Design and Experiment of Dual Navigation Mode Orchard Transport Robot
..... MAO Wenju LIU Heng WANG Xiaole YANG Fuzeng LIU Zhijie WANG Zongyang (27)

Design and Experiment of Lateritic Soil Inclined Handle Folding Wing Subsoiling Shovel Based on Discrete Element Method
..... ZHANG Xirui ZENG Wangqiang LIU Junxiao WU Peng DONG Xuehu HU Hongnan (40)

Design and Experiment of Shajiang Black Soil Preparation Machine with Double Pressing Roller
..... CHEN Guibin DONG Chao ZHANG Li WANG Qingjie HE Jin LI Hongwen (50)

Design and Experiment of Combined-hole Maize Precision Dibbler
..... WU Wanmin CHEN Xuegeng WANG Shiguo YAN Limin JIANG Deli JI Chao (60)

Calibration of Simulation Parameters of Mung Bean Seeds Using Discrete Element Method and Verification of Seed-metering Test
..... ZHANG Shengwei ZHANG Ruiyu CHEN Tianyou FU Jun YUAN Hongfang (71)

Optimal Design and Experiment of Integrated Fan of Air Suction Potato Planter
..... LÜ Jinqing ZHU Mingfang ZHU Xiaoxin LI Jicheng SU Wenhai LIU Zhongyuan (80)

Design and Test of Chain-spoon Type Precision Seed-metering Device for Ginseng Based on DEM – MBD Coupling
..... LAI Qinghui JIA Guangxin SU Wei ZHAO Lijun QIU Xiaobao LÜ Qin (91)

Design and Experiment of Cellar Cavitation Mechanism for Crops of Hilly Mountains Transplanter
..... XU Gaowei JIAN Shichun SONG Yumin FANG Huimin QIU Xuyun MING Xianglan (105)

Design and Test of Automatic Control System of Pneumatic Ejecting Type High-speed Transplanter
..... WANG Chao LI Yonglei SONG Jiannong MA Ronghua LIU Cailing LI Fanglin (114)

Design and Experiment of Pneumatic Conveying Device for Seedlings of Peanut Harvester
..... WANG Bokai ZHANG Peng CAO Mingzhu GU Fengwei WU Feng HU Zhichao (126)

Design and Experiment of V-shaped Orchard Anti-drift Spray Device with Multi-airflow Cooperation
..... FAN Guiju NIU Chengqiang ZHANG Zhenming WANG Dongwei MAO Wenhua JIANG Honghua (138)

Design and Experiment of Loading Elevator of Self-propelled TMR Preparation Mixer
..... CHEN Zhaoying WANG Baoxing FAN Guoqiang DONG Heyin WANG Zhongyu WANG Yuliang (148)

Motion Characteristics of Maize Mixture on Bionic Screen Based on Earthworm Motion Characteristics
..... WANG Lijun YU Yongtao ZHANG Shuai SONG Lianglai FENG Xin (158)

Design and Test of Water Gravity-based Potato Static Friction Coefficient Determination Device
..... YANG Xiaoping SHI Linrong ZANG Jin ZHAO Wuyun TIAN Jianfeng (167)

Stall Characteristics of Vertical Volute Centrifugal Pump at Different Guide Vane Openings	
..... ZHANG Desheng YANG Xueqi YANG Gang XU Bin ZHAO Ruijie (175)	
Numerical Simulation of Air-entrained Vortex in Intake Based on Three-equation VLES Model	
..... HUANG Xianbei GUO Qiang QIU Baoyun (183)	

Agricultural Informatization Engineering

Internal Land Use Landscape of Rural Settlements in Ecological Conservation Area	
..... TANG Xiumei LIU Yu REN Yanmin YANG Ya’nan (189)	
Tree Species Recognition Based on Unmanned Aerial Vehicle Image with LiDAR Individual Tree	
Segmentation Aided XU Zhiyang CHEN Qiao CHEN Yongfu (197)	
Tree-root Localization Method Based on Migration Imaging with Clutter Suppressed in Ground-penetrating	
Radar LI Guanghui XU Hui LIU Min (206)	
Voronoi Diagram Path Planning Based on Skeleton Key Points Re-planning	
..... ZHU Jianyang ZHANG Xuyang JIANG Lin LI Jun LEI Bin (215)	
Extraction of Crop Height and Cut-edge Information Based on Binocular Vision	
..... WEI Xinhua ZHANG Min LIU Qingshan LI Lin (225)	
Obstacle Detection Based on Deep Learning for Blurred Farmland Images	
..... XUE Jinlin LI Yuqing CAO Zijian (234)	
Plant Leaf Disease Identification Based on Lightweight Residual Network	
..... LI Shuqin CHEN Cong ZHU Tong LIU Bin (243)	
Determination Method of Field Wheat Flowering Period Baesd on Machine Vision	
..... LIU Ping LIU Lipeng WANG Chunying ZHU Yanjun WANG Hongwei LI Xiang (251)	
Recognition Method of Laying Hens’ Vocalizations Based on Multi-feature Fusion	
..... YU Ligen DU Tiantian YU Qinyang LIU Tonghai MENG Rui LI Qifeng (259)	
Design and Test of Temperature Control System of Calf Milk Replacer Solution Based on Fuzzy PID	
..... HE Gang CAI Xiaohua BAI Yang ZHU Lu WANG Decheng HOU Yuntao (266)	
Object Detection of Suckling Piglets Based on Jetson Nano and YOLO v5	
..... DING Qi’an LIU Longshen CHEN Jia TAI Meng SHEN Mingxia (277)	
Multi-target Skeleton Extraction Method of Beef Cattle Based on Improved YOLO v3	
..... ZHANG Hongming LI Yongheng ZHOU Lixiang WANG Run LI Shuqin WANG Hongyan (285)	
Recognition of Animal Drug Pathogenicity Named Entity Based on Att – Aux – BERT – BiLSTM – CRF	
..... YANG Lu ZHANG Tian ZHENG Limin TIAN Lijun (294)	
Design and Experiment of Rapid Detection System for Field Soil Conductivity	
..... HAN Changjie YANG Wenqi DOU Hanjie WANG Xiu HU Li’na ZHAI Changyuan (301)	
Effect of Structures on Hydrodynamic Characteristics of Recirculating Aquaculture Pond	
..... ZHANG Jun WANG Minghua JIA Guangchen CAO Shouqi (311)	

Agricultural Soil and Water Engineering

Characteristics and Influencing Factors of Topsoil Structure of Farmland in Dry Farming Region of	
Huang – Huai – Hai LI Yong ZHAO Yunze GOU Yuxuan YU Ruyue HUANG Yuanfang (321)	
Soil Organic Matter Content in Dryland Farmland in Northeast China with Hyperspectral Reflectance	
Based on CWT – sCARS	
..... GOU Yuxuan ZHAO Yunze LI Yong ZHUO Zhiqing CAO Meng HUANG Yuanfang (331)	

Weight Adjustment Method of Sampling Sites for Global Mean Estimation of Hg and NDVI
..... ZHANG Dongyue ZHU Qingwei DONG Shiwei PAN Yuchun WU Ya'nan TAN Mengyan (338)

Mechanism of Magnetization Treatment of Sandy Water to Relieve Clogging of Dripper
..... NIU Wenquan ZHAO Xue WANG Zhaoxi ZHANG Wenqian LÜ Chang DONG Aihong (346)

Agricultural Bio-environment and Energy Engineering

Carbon Assimilation-based Plant Population Photosynthetic Rate Measurement System
..... ZHANG Junhua CHEN Danyan LU Youqi SUN Zhanotong ZHANG Haihui HU Jin (357)

Prediction Method of Greenhouse Tomato Transpiration in Early Fruiting Stage Based on RF – GRU
..... LI Li LI Wei GENG Lei LI Wenjun SUN Quan SIGRIMIS N A (368)

Rural Living Energy in Heilongjiang Province under Background of Carbon Peak and Neutrality
..... SHEN Ruixia YAO Zonglu ZHAO Lixin HUO Lili LUO Juan (377)

Prediction of Heat Transfer Performance of Gridding Low Temperature Phase Change Heat Storage Unit
..... GUO Xiao QIU Yunfeng WANG Yahui SHI Zhiguo TIAN Rui CUI Ruijun (384)

Agricultural Products Processing

Drying of Banana Using Combined Low-pressure Superheated Steam and Vacuum Drying
..... WANG Ruifang WANG Jingcheng ZHAO Donghai XU Qing XIAO Bo LÜ Huangzhen (392)

Mutton Multipartite Real-time Classification and Detection Based on Single-stage Object Detection Algorithm
..... ZHAO Shida WANG Shucui HAO Guangzhao ZHANG Yichi YANG Huajian (400)

Evaluation of Spectral Imaging-based Spatial Predictions of Freshness Spatial Distribution over Pork
..... ZHAO Maocheng WU Zeben WANG Xiwei XING Xiaoyang CHEN Jiaxin TANG Yuweiyi (412)

Effect of Cavitation Jet on Emulsion Characteristics of Soy Protein Isolate Glycosylation Products
... WANG Zhongjiang GUO Ya'nan REN Shuanghe LI Bailiang MENG Fandi GUO Zengwang (423)

Vehicle and Power Engineering

Design and Tests of Road Feel Simulation System for Teleoperated Tractors
..... XUE Jinlin CAO Zijian LI Yuqing (432)

Mechanical Design & Manufacturing and Automation

Structural Parameters of Spherical 4R Mechanism with Multiple Modes
..... LIU Wei LIU Hongzhao HU Xuyu (440)

Design and Kinematic Analysis of New Multi-mode Hilly Orchard Mobile Parallel Mechanism with Folding Platform ZHANG Chunyan PING An (449)

《农业机械学报》第九届编辑委员会

(按姓氏笔画为序)

荣誉主任委员:汪懋华 蒋亦元 冯炳元 诸慎友

主任委员:罗锡文

常务副主任委员兼主编:任露泉

副主任委员兼执行主编:陈 志

副主任委员:王 博 方宪法 闫楚良 陈学庚 应义斌 赵春江 赵剡水 袁寿其 邱文聚
康绍忠 傅泽田

副主编:于海业 毛罕平 吴普特 张咸胜 韩鲁佳 Zhongli Pan

编委:丁为民 马 旭 王 俊* 王相友 王春光 王全九* 王金武* 王景立 王福军 王德成
王绍金 毛恩荣 付 强* 冯仲科 权 龙 刘木华* 刘荣厚 刘东红 刘成良 刘瑞雯
朱 艳* 朱德海 衣淑娟 江连洲 汤方平 何 勇* 汪小岳 杨 洲* 杨学军 李萍萍*
李成华 李建桥 李洪文* 李民赞 李道亮* 李久生 李耀明* 李瑞川 李 红 何东健
邹小波* 沈明霞 张本华 张全国 张兆国 张晓辉 陆海燕 陈 龙 陈巧敏 陈海涛
陈 建 陈立平 陈坤杰 坎 杂 尚书旗 尚松浩 易维明* 岳德鹏 周志立 屈忠义
苑 进 苑严伟 赵燕东 赵武云 赵凤敏 俞高红 贾洪雷 郭玉明 姬江涛 姬长英
徐惠荣 黄文江 黄冠华 曹成茂 韩志武 韩 英 董红敏 蒋雪松 蒋恩臣 雷廷武
蔡焕杰* 廖庆喜* 薛新宇 魏新华 (带*号者为栏目主编)

外籍编委: Bill Stout Vilas M Salokhe Naiqian Zhang Zhongli Pan Yubin Lan Shujun Zhang
Ning Wang Heping Zhu Tadeusz Juliszewski Qin Zhang

编辑部主任:陆海燕 编辑部副主任:韩 英 庞树杰 编辑:唐金秋 陈 亮 贾 如

农 业 机 械 学 报

NONGYE JIXIE XUEBAO

2022 年 第 53 卷 第 3 期

(月刊,1957 年创刊)

2022 年 3 月 25 日出版

Transactions of the Chinese Society

for Agricultural Machinery

No.3 Vol.53 2022

(Monthly, started in 1957)

Published on 25, March 2022

主 管 中 国 科 学 技 术 协 会

主 办 中 国 农 业 机 械 学 会
中国农业机械化科学研究院

编辑出版 中 国 农 业 机 械 学 会
(地址:北京德外北沙滩 1 号 6 信箱)
邮政编码 100083

主 编 任露泉

印 刷 北京富泰印刷有限责任公司

国内发行 中国邮政集团公司北京报刊发行局

订 购 处 全 国 各 地 邮 局

国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(北京 399 信箱)

Responsible Department:

China Association for Science and Technology

Sponsored by: Chinese Society for Agricultural Machinery
Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences

Published by: Chinese Society for Agricultural Machinery

Editor in Chief: Ren Luquan

Editorial Office: No.1 Beishatan, Deshengmen Wai,
Beijing 100083, China

Tel: 86-10-64882610/64882231

Fax: 86-10-64867367

http://www.j-csam.org

E-mail: njxb@caams.org.cn

Overseas Distributor: China International Book Trading
Corporation
(P. O. Box 399, Beijing, China)

ISSN 1000-1298
CN 11-1964/S

国内邮发代号 2-363

国外发行代号 M289

国内定价 100.00 元