

生物农业

智能机器人

[日] 冈本真男等著
邵 俊 刘敏彦译

清华大学出版社

生物农业智能机器人

[日]冈本嗣男等著

邹 诚 刘蛟龙译

· 57 ·

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

图书在版编目(CIP)数据

生物农业智能机器人/(日)冈本嗣男等著;邹诚,
刘蛟龙译.--北京:科学技术文献出版社,1994

ISBN 7-5023-2313-9

I. 生… II. ①冈…②邹…③刘… III. 人工智能
机器人-农业机械 IV. S126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 03521 号

科学技术文献出版社出版发行

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

北京机械工业自动化研究所印刷厂印刷

1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 32 开本 印张 158 千字

印数:1 1500 册

定价:8.00 元

内 容 简 介

本书是日本出版的第 1 本讲述智能机器人在生物和农业方面应用的专业书。主要从生物和农业的角度介绍了智能机器人的研制、开发和应用的基础知识,是近年来该领域最新研究成果的集大成。

全书共分六章,第一章介绍了生物农业和机器人的关系;第二章讲述了生物农业机器人的基本构成、特征和作用;第三章介绍了生物农业机器人所必需的智能化技术;第四章讲述了智能化生物农业机器人在嫁接、育苗、栽培管理、果实收获、挤奶等方面的实际应用;第五章着重讲述了生物技术中组织培养、增殖作业中的智能机器人技术;第六章展望 21 世纪智能化生物农业机器人的应用方向和发展前景。

本书可作为高等学校农业工程学科的研究生和本科生学习智能机器人在生物农业中应用的专业教材,也可作为对生物工程、农业工程、计算机、机电一体化、人工智能和机器人等交叉学科感兴趣的广大科技工作者的参考书,还可作为了解智能化生物农业机器人的基本构造和原理的科普读物。

译 者 的 话

随着世界人口的不断增加,对粮食生产的质和量的需求都将会越来越大。传统的土地利用型农业将随着现代科学技术的迅速发展,逐渐形成一个以作物栽培技术为基础、以生物技术为先导、集聚机械化作业、自动化栽培设施以及人工可控环境等尖端技术的现代新型农业产业。

智能机器人已在工业生产上得到广泛的应用,并产生了巨大的经济效益和社会效益。而在农业和生物技术产业中,由于所处理的对象是柔软、易伤、易变形变质且生育生长环境复杂的、可以统称为生物体的农作物、植物、生物和动物,故在该领域中应用的机器人应具备比工业机器人更高的智能技术。

我们翻译的这本原书名为“适用于生物生产的智能化机器人工程学”,是把传统的农业生产概念扩充到包括生物、植物和动物等有生命的生物生产的范围,而在这种生物生产中所应用的智能机器人技术。我们考虑到在我国现阶段,把传统的大农业生产一下子过渡到生物生产还不太适应,而将这种包括了生物物体和植、动物的范围称为生物农业,故译名定为“生物农业智能机器人”。当然,首次提出这样的概念,势必有很多没有考虑到的因素,我们只想借这本译著出版之际,起个抛砖引玉的作用,引起更多的学者来共同探讨这一新的概念。

由于该书涉及的概念新、名词多且各种专业交叉,加上我们水平有限,势必有很多专业名词的译法不一定合适,在翻译过程中也难免有不妥之处,在此敬请读者批评指正。

该书译文分工为:邹诚第1、3、4章,刘蛟龙第2、5、6章,

最后由邹诚对照原文统稿。在该书的翻译出版过程中,得到了原书作者岡本嗣男博士、藤浦建史博士和近藤直博士的慨允和支持,日本实教出版社的小幡时彦先生和大野贤一先生的大力合作,东京大学教授木谷收博士、九州大学教授坂井纯博士和宫崎大学教授永田雅辉博士的关心和鼓励,以及北京农业大学黄天桂副研究员和中国科技文献出版社的热情帮助,在此,对他们表示衷心的感谢。另外,在整理译稿过程中,得到了韩建宁、张筱慧、伍先安和贺冬仙等人的协作,在此一并谢之。

邹 诚

1991年5月于日本

序

以动植物为工作对象的机器人需要具备很高的智能化功能。例如给奶牛安装挤奶器的机器人就必须比好动的奶牛具有更高的智力；清除杂草用的机器人就必须首先分清形状复杂的作物与野草的区别。对于杂乱无章的野草，就是熟练的作业人员也有看错的时候。在这个意义上讲，机器人就必须具有与人类相近的智能。另外，处理易伤的生物物质的机器人必须能轻柔细致地工作，进行细胞组织培养的机器人不仅要防止伤害微弱的细胞组织，而且要求在无菌条件下工作，诸如此类，本书详细叙述了具有轻柔处理动植物的功能和智能的生物农业机器人。

农林牧渔业、微生物产业以及生物工程技术等都是对生物物质进行处理，生产出人类生存所必需的物质，如粮食、饲料、工业原料、燃料、药品等，也就是说，与自然资源的利用不同，生物生产过程能循环生产出可再生的资源。另外，从减少对环境的压力的观点出发，生物生产将越来越被人类所重视。特别是在劳动力不足的社会条件下，为了使现在依靠人工进行的生物生产达到更高的效率，研制开发省力耐用的机器人势在必行。本书为满足这一社会要求，对生物农业机器人进行了系统的、通俗的介绍。

本书是日本第1本讲述以动植物为工作对象的生物农业机器人的专业书，4位作者均是该研究领域中具有领先地位的中青年学者。本书不仅收集了大量各类生物农业机器人研究的最新成果，而且照顾到生物农业机器人方面的专业技术人员，与生物农业有关的科研人员、学者，以及对生物农业机器人感兴趣的一般读者的要求，叙述深入浅出。我希望本书将

为更多的人,特别是对生物和机械相结合这一新的科学领域
产生兴趣的青年读者,起到一定的促进作用。

东京大学教授 农学博士,木谷 収

1992 年 3 月

前 言

以制造业为主的工业机器人已相当普及,但是将机器人技术应用于生物农业领域才方兴未艾。生物农业机器人发展缓慢的主要原因在于其工作对象是形状复杂、尺寸不一的被统称为生物的植物和动物。对于植物和动物的生产过程来讲,靠现有的工业机器人的技术水平是难以实现自动化的。生物农业生产高度依赖于季节和自然环境的变化,人们期待着机器人在这一领域的广泛应用,以实现农业生产的机械化和自动化。

本书详尽地阐述了能够轻柔处理动植物的生物农业机器人所必需的智能化技术,并且深入浅出的讲述了用于植物的微观组织培养的生物技术机器人,用于野外作业的水果收获机器人,与人手工相比更不易伤害绵羊身体的羊毛剪割机器人等,以及目前在一般描述机器人技术方面的专业书中还未涉及到的生物农业机器人技术。本书可作为有关专业的人学本科和研究生的专业教材,或者可作为从事机器人研究开发工作的科技人员的参考资料。

本书是由下列4位作者按以下章节分工执笔,从计划开始,经过多次讨论、相互审稿,共同编写,最后经过岡本嗣男统稿完成的。

岡本 第1章,第2章[2-2.9],第4章[4-1],第5章,
第6章[6-2],

白井 第3章

藤浦 第2章[2-2-1, 2-2-2(1), (2a), (4a), 2-2-3, 7, 8, 2-3 1, 2, 4~6, 2 1]。

第4章[4-2, 4-3-1(2~6), 1-3-3(2~6), 4-4], 第6章[6-5, 6]

近藤 第2章[2-1, 2-2-2(2b), (3), (4b), 2-2-4~6, 2-3-3, 2 5], 第4章[4-3-1(1), 4-2-2, 4-3-3(1), 4-3 4, 5], 第6章[6-1, 3, 4]

书中右上角圆括弧的数字表示书末的参考文献序号。

最后,对鼓励我们执笔著书,并为本书作序的东京大学教授木谷 取博士表示由衷的谢意。并且对参考了重要研究成果的书末文献的作者、以及提供了宝贵资料的诸位同仁表示衷心的感谢。另外,对大力支持出版本书的实教出版株式会社的大野贤一和佐川耕一先生致以亲切的谢礼。

作者代表 岡本嗣男

1992年3月

目 录

译者的话

序

前言

第1章 生物生产和机器人	(1)
1-1 何谓生物生产	(1)
1-2 生物生产的作业特征	(2)
1-3 生物生产的机器人化	(3)
第2章 生物生产机器人的组成	(6)
2-1 机械手和手爪	(6)
2-1-1 机械手的构造	
2-1-2 冗长机械手	
2-1-3 机构评价	
2-1-4 生物生产用机械手	
2-1-5 机械手的控制	
2-1-6 手爪	
2-2 传感器和机器视觉	(28)
2-2-1 机器人传感器的分类	
2-2-2 视觉传感器	
2-2-3 距离传感器	
2-2-4 接近传感器	
2-2-5 触觉传感器	
2-2-6 力传感器	
2-2-7 超声波传感器	
2-2-8 自我位置传感器	

2-2-9	水果熟度检测技术	
2-3	移动机构	(68)
2-3-1	轮式移动机构	
2-3-2	履带式移动机构	
2-3-3	轨道式移动机构	
2-3-4	龙门式移动机构	
2-3-5	仿生机器人	
2-3-6	剪枝机械的移动机构	
2-4	计算机和控制装置	(75)
2-4-1	计算机和接口	
2-4-2	执行机构	
2-5	生物生产机器人系统	(88)
2-5-1	机器人构成要素之间的信息传递	
2-5-2	机器人的通用性	
2-5-3	生物生产机器人的地位	
第3章	生物生产机器人的智能化	(93)
3-1	智能化种类及其实现方法	(93)
3-1-1	智能化种类	
3-1-2	智能化方法	
3-2	人工智能	(96)
3-2-1	人工智能的范围	
3-2-2	应用领域	
3-2-3	基础领域	
3-2-4	人工智能语言与计算机	
3-3	图像理解	(100)
3-3-1	图像理解概述	

3-3-2	单眼视觉获取三维信息	
3-3-3	对照	
3-3-4	传感器的合成	
3-4	知识工程	(112)
3-4-1	生产系统	
3-4-2	框架	
3-5	模糊控制	(121)
3-6	神经网络	(125)
3-6-1	第1代神经网络(仿脑机)	
3-6-2	第2代神经元	
3-6-3	多层网络学习	
第4章	生物生产机器人	(131)
4-1	嫁接和育苗机器人	(131)
4-1-1	嫁接机器人	
4-1-2	育苗机器人	
4-2	栽培管理机器人	(139)
4-2-1	喷撒农药机器人	
4-2-2	施肥机器人	
4-2-3	除草机器人	
4-2-4	割草机器人	
4-3	果实收获机器人	(148)
4-3-1	蕃茄收获机器人	
4-3-2	黄瓜收获机器人	
4-3-3	柑桔·甜橙收获机器人	
4-3-4	苹果收获机器人	
4-3-5	葡萄收获机器人	

4-4	其他机器人	(185)
4-4-1	挤奶机器人	
4-4-2	羊毛剪割机器人	
4-4-3	剪枝机械	
第5章	生物技术机器人	(194)
5-1	植物生物技术	(194)
5-1-1	何谓植物生物技术	
5-1-2	组织培养	
5-2	培养苗的大量繁殖法	(196)
5-2-1	腋芽诱导法	
5-2-2	原始球茎样体诱导法	
5-2-3	苗条原基诱导法	
5-2-4	不定芽诱导法	
5-2-5	不定胚诱导法	
5-2-6	人工种子	
5-3	茎顶培养中的增殖作业自动化	(201)
5-3-1	茎顶培养	
5-3-2	增殖作业	
5-4	组织培养的继植机器人	(204)
5-4-1	继植机器人系统	
5-4-2	柔软细致手爪	
5-5	幼植物分割和移植机器人	(217)
第6章	21 世纪的生物生产系统和机器人	(223)
6-1	生物生产系统中机器人的作用	(223)
6-2	种苗生产系统	(224)
6-3	植物工厂系统	(225)

6-3-1	何谓植物工厂	
6-3-2	可在植物工厂生产的作物	
6-3-3	植物工厂的生产工艺和机器人	
6-4	设施园艺系统	(229)
6-4-1	设施园艺	
6-4-2	设施园艺机器人	
6-5	田间作业系统	(231)
6-5-1	水稻生产机器人	
6-5-2	蔬菜和水果生产机器人	
6-6	奶酪生产系统	(233)
参考文献 (略)		

第1章 生物生产和机器人

1-1 何谓生物生产

所谓生物生产,是指利用生物所具有的各种机能作为生产媒体,制造出人类生存所必需的食物和其它原料而进行的人类生产活动。相对于大多数以金属等无机物为加工对象的工业生产来讲,生物生产则具有以植物和动物等生物为加工对象的生产活动特征。同时,生物生产构成了物质和能源的可再生系统(renewable system),即闭环系统(closed-loop system),而工业生产则是能源消耗型的开环系统(open-loop system)。

生物生产技术的目的是靠合理地控制和管理生物的生育过程,最大程度地发挥生物本身所具有的潜能,获得人类所需要的产品。为此,利用高效率的机械化和自动化技术来完成各种复杂的操作和作业,将有利于提高生产效率和产品质量。由于生物生产的工作对象受自然环境因素所左右,所以生物生产的机械化和自动化作业在很大程度上需依靠人类所具有的柔性和进行综合识别、判断的能力。另外,对于有些作物的作业,靠传统技术是无法实现机械化的。为此,开发新的生物生产技术,研制出不断地追求无限接近人类功能的机器人的需求日益迫切。

工业机器人在日本非常发达,被广泛应用于多个方面。与这些在可控的人工环境内,以一定形状和均质的物体为加工对象的工业机器人相比,生物农业机器人的处理对象大多数

是野外生长的生物,二者之间具有很大的不同。对于受自然环境的影响而时刻变化的生物体来说,生物农业机器人若没有与生物体柔性相对应的处理功能,就不能理想地完成与生物生产有关的作业。由于这种功能具有与人工作业相同的智能,所以生物农业机器人本身就应该能够进行知识的推理和判断的人工智能(AI)机器人。

目前,在一般工业产品的制造过程中所使用的工业机器人大多数是示教再现型机器人,即是按预先规定好的程序反复动作的第一代机器人。这类机器人由于不具有识别外界状况的功能,因此几乎不可能在生物生产现场的多种多样的条件下进行工作。为了弥补这一点,近几年来,利用各种传感器检测出要处理的工作对象信息以及环境变化情况,并能够顺应其环境条件进行工作的智能机器人的研制开发工作被逐步展开。这类机器人由于向智能化方向迈出了一大步,故通常被称为第二代机器人。若在这个基础上,更进一步地研制开发出具有计算机人工智能编程和推理功能的机器人(第三代机器人)并使其技术不断成熟的话,对于解决以生物为工作对象的复杂作业的问题,是有可能性和现实性的。

1-2 生物生产的作业特征

生物具有软弱易伤的特性,必须细心轻柔地对待和处理。另外,由于生物种类繁多,形状复杂,生长在三维空间且生育程度不一,因此相互之间具有很大的差异。例如,在作物栽培的除草和间苗作业中,如何区别作物和杂草,判断要保留的苗和要拔掉的苗;又如,在蔬菜和果实收获作业中判定蔬菜和果实的成熟度(收获适期),进行选择性的收获等,都必须具有知