

ロボット

机器人

科技

Robot Technology

技术变革与未来图景

(目)

日本机器人学会

著

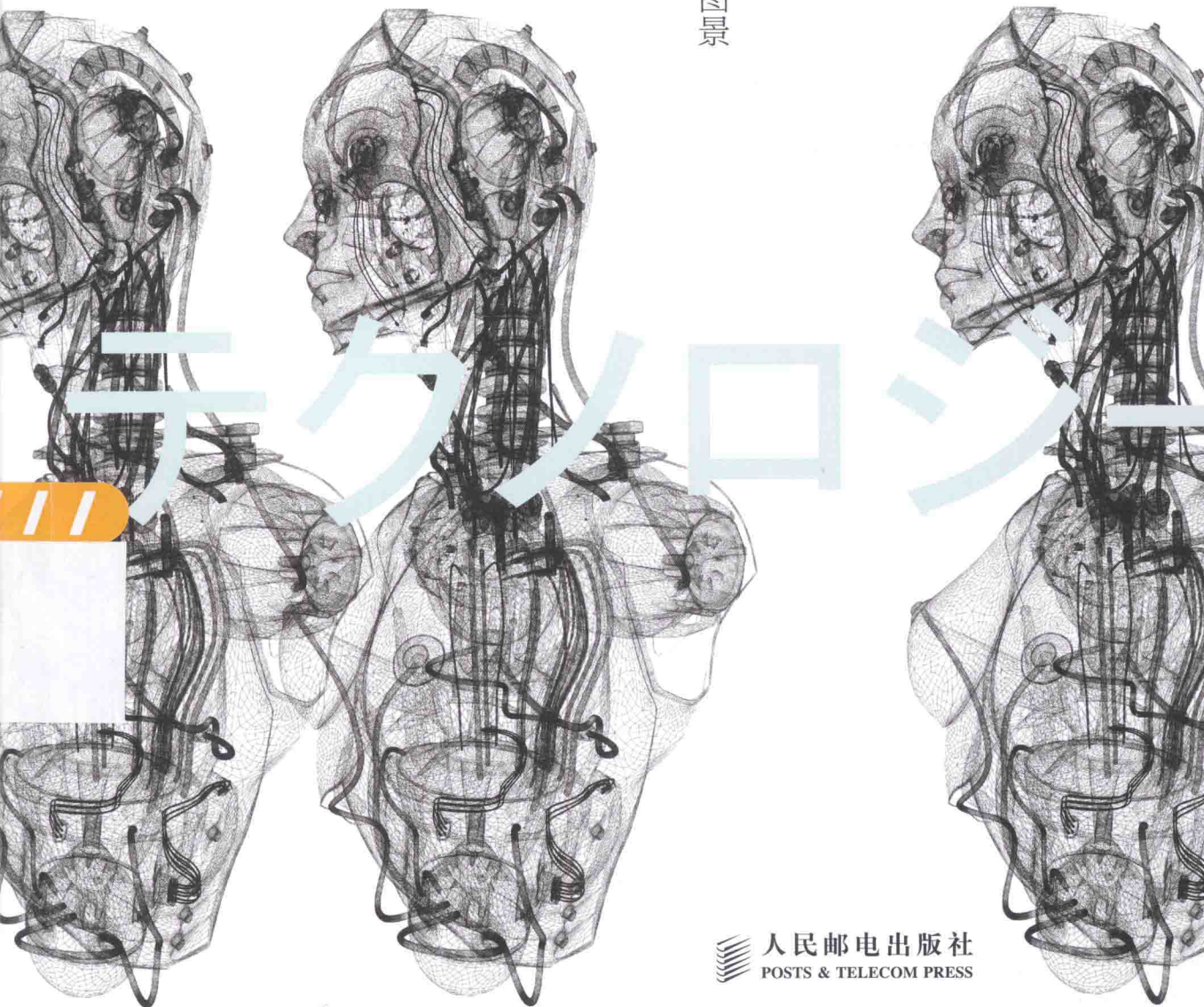
许郁文

曹如莘

蒋智扬

谢嘉文

译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

机器人 科技

Robot Technology

技术变革与未来图景

(目)

日本机器人学会

著

许郁文

曹茹苹

蒋智扬

谢嘉文

译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

机器人科技: 技术变革与未来图景 / 日本机器人学会著; 许郁文等译. -- 北京: 人民邮电出版社, 2015.1

ISBN 978-7-115-37845-3

I. ①机… II. ①日… ②许… III. ①机器人技术—研究 IV. ①TP24

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第281951号

内 容 提 要

机器人融合了计算机、通信、生物、心理等各领域的智慧与技术, 对未来各产业的发展有着不可估量的价值, 本书由日本机器人学会主持编写, 执笔作者为日本各研究机构一线机器人专家, 从机器人认知与意识、机器人仿生学、机器人系统、机器人硬件、机器人知觉、机器人竞赛等方面, 总结现阶段的机器人技术, 并在重点层面详述了相关技术原理。

-
- ◆ 著 (日)日本机器人学会
译 许郁文 曹茹苹 蒋智扬 谢嘉文
策划编辑 武晓宇
责任编辑 乐 馨
执行编辑 高宇涵
装帧设计 broussaille 私制
责任印制 杨林杰
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.25
字数: 368千字 2015年1月第1版
印数: 1-3 000册 2015年1月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2014-2004号
-

定价: 69.00元

读者服务热线: (010)51095186转600 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

开篇语

人们对机器人有各种不同的理解，日常对话中会提到“机器人”，机器人专家会在研究学会中研究“机器人”，艺术家则会在艺术作品中表现自己心中的“机器人”。实在很少有一项科学或技术，能够获得众人如此广泛的关注。如今，机器人已日渐应用于制造业、医疗、社会福利、海洋开发、太空探索、农业、林业、水产业、建设、养护管理、生活支持、娱乐、教育等领域。此外，在人类学方面，学者们也通过研究机器人，深入探讨“何谓人类”以及“人类特有的能力”等主题。

机器人研究还为人们提供了多样化的成果。为了制造性能良好的机器人，催生了更加优良的传感器、驱动器等。例如电机小型化、轻量化进程加速的一部分原因便是为了要将其应用到机器人上。不仅如此，经过改良的电机也被推广使用在机器人之外的领域。像这样为机器人系统开发的器件被推广应用的例子非常多。另一方面，如今也有各式各样的产品被机器人化。过去汽车的动力源和致动器必须由人类进行操控，最近汽车也搭载了传感器和计算机，开始按机器人模式发展。可以预想在不久的将来，还会有更多的产品被机器人化。对于今后如何解决环境、能源、粮食、医疗、社会福利等人类课题，机器人的技术贡献备受期待。

然而，机器人学目前还处于发展阶段。机器人的核心技术也尚未成熟，还有许多事项尚待完成，今后更是需要崭新的创意、实现方法等。尤其是机器人系统的整合问题、安全问题、成本问题等，要实现突破将会有许多困难，但是这些却又是机器人学中非常重要的方面。其次，在机器人系统中，系统整合的技术与科学是机器人科技的根基。从20世纪到21世纪，科学将研究对象细分，通过分析取得了十分卓越的成果。但在系统整体层面，能够证明这些成果可以高效应用的科学却尚未完成。构建系统整合理论，是机器人学极为重要的标志性突破，我们有可能通过机器人科技，开拓出整合科学、设计科学等全新的科学领域。

本书集结了机器人科技的最新研究成果，读者们能够从中理解机器人科技的核心，以及机器人科技的多样化应用，同时应该也会感受到，机器人学的研究就如同一大片未经开拓的辽阔荒野。为满足今后整个社会的期待，尝试用多种方法进行更具挑战性的研究是非常重要的。就让我们对众多年轻挑战者今后的研究活动拭目以待吧。

日本机器人学会
会长 川村贞夫

序

这一次在日本欧姆出版社的协助下，日本机器人学会编纂、出版了这本介绍最新的机器人研究与技术的图书。本书内容主要是以理工科大学生、研究生为对象，面向致力于研究开发机器人的初级技术人员，以及对最新的机器人技术感兴趣的读者们。除了最新的机器人研究之外，书中还会介绍 64 个有趣的研究主题。我们希望，这本书可以帮助今后打算从事机器人领域研究开发的人，或是想要找寻研究主题的人决定自己的发展方向。为此，我们请各位执笔者尽量全面地综观该领域，并且提出该领域的现状、将来会面临的课题及参考文献。只不过愈是尖端的领域，研究的人就愈少，因此有时也会以介绍该执笔者一人的研究为主题，而非综观地来看该领域。但是考虑到某些研究会体现未来研究发展的方向性，于是便将其独立成一个主题。

机器人领域是一个融合了各领域的智慧与技术，不断扩展的研究范畴。只要读过本书，相信你一定能感受到现今机器人学的广泛延展性与方向性。最后，诚挚希望本书能够对将来有志成为机器人研究者的大学生、研究生的研究有所帮助。

编辑委员长 琴坂信哉

编辑委员会 委员、执笔者一览

委员长 琴坂 信哉（埼玉大学大学院）

委员 近野 敦（东北大学大学院）

梅田 和昇（日本中央大学）

栗栖 正充（东京电机大学）

山根 克（Disney Research）

石黑 章夫（东北大学大学院）

执笔者 （所属机构） 执笔篇章

浅田 稔（大阪大学大学院） 第1篇 第1章

石黑 浩（大阪大学大学院） 第1篇 第2章

前田 太郎（大阪大学大学院） 第1篇 第3章

小嶋 秀树（宫城大学） 第1篇 第4章

奥乃 博（京都大学大学院） 第1篇 第5章

中村 太郎（日本中央大学） 第1篇 第6章

村田 智（东北大学大学院） 第1篇 第7章

仓林 大辅（东京工业大学大学院） 第1篇 第8章

神崎 亮平（东京大学先端科学技术研究中心） 第1篇 第8章

长谷川良平（日本产业技术综合研究所） 第1篇 第9章

高桥 智隆（东京大学先端科学技术研究中心） 第1篇 第10章

山田 阳滋（名古屋大学大学院） 第1篇 第11章

田代 泰典（财团法人 New Technology 振兴财团） 第1篇 第12章

油田 信一（筑波大学大学院） 第1篇 第12章

横井 一仁（日本产业技术综合研究所） 第2篇 第1章

近野 敦（东北大学大学院） 第2篇 第1章

木口 量夫（佐贺大学大学院） 第2篇 第2章

萩田 纪博（国际电气通信基础技术研究所） 第2篇 第3章

浦 环（东京大学生产技术研究所） 第2篇 第4章

中西 弘明（京都大学大学院） 第2篇 第5章

下山 勋（东京大学大学院） 第2篇 第6章

野田坚太郎（东京大学大学院） 第2篇 第6章

平井 慎一（立命馆大学） 第2篇 第7章

武田 行生 (东京工业大学大学院)	第 2 篇	第 8 章
横井 浩史 (电气通信大学大学院)	第 2 篇	第 9 章
小俣 透 (东京工业大学大学院)	第 2 篇	第 10 章
並木 明夫 (千叶大学大学院)	第 2 篇	第 11 章
西田 佳史 (日本产业技术综合研究所)	第 2 篇	第 12 章
长谷川 勉 (九州大学大学院)	第 2 篇	第 13 章
大场光太郎 (日本产业技术综合研究所)	第 2 篇	第 14 章
正宗 贤 (东京大学大学院)	第 3 篇	第 1 章
小林英津子 (东京大学大学院)	第 3 篇	第 1 章
佐久间一郎 (东京大学大学院)	第 3 篇	第 1 章
本间 敬子 (日本产业技术综合研究所)	第 3 篇	第 2 章
田所 谕 (东北大学大学院)	第 3 篇	第 3 章
大隅 久 (日本中央大学)	第 3 篇	第 4 章
青山 元 (埼玉工业大学)	第 3 篇	第 5 章
近藤 直 (京都大学大学院)	第 3 篇	第 6 章
久保田 孝 (日本宇宙航空研究开发机构)	第 3 篇	第 7 章
五十岚广希 (京都大学大学院)	第 3 篇	第 8 章
金子 雅宏 (株式会社 Kokoro)	第 3 篇	第 9 章
横小路泰义 (神戸大学大学院)	第 3 篇	第 10 章
持丸 正明 (日本产业技术综合研究所)	第 3 篇	第 11 章
馆 暲 (庆应义塾大学)	第 3 篇	第 12 章
滝田 谦介 (滝田技研株式会社)	第 4 篇	第 1 章
大野 和则 (东北大学大学院)	第 4 篇	第 2 章
筱田 裕之 (东京大学大学院)	第 4 篇	第 3 章
都甲 洁 (九州大学大学院)	第 4 篇	第 4 章
安积 欣志 (日本产业技术综合研究所)	第 4 篇	第 5 章
林原 靖男 (千叶工业大学)	第 4 篇	第 6 章
铃森 康一 (冈山大学大学院)	第 4 篇	第 7 章
小柳 健一 (富山县立大学)	第 4 篇	第 8 章
妹尾 拓 (东京大学大学院)	第 4 篇	第 9 章
渡边 义浩 (东京大学大学院)	第 4 篇	第 9 章
石川 正俊 (东京大学大学院)	第 4 篇	第 9 章
鸟本 秀幸 (测位卫星技术株式会社)	第 4 篇	第 10 章
内田 雅之 (测位卫星技术株式会社)	第 4 篇	第 10 章
安藤 庆昭 (日本产业技术综合研究所)	第 5 篇	第 1 章

出村 公成(金泽工业大学) 第5篇 第2章
末永 刚(奈良先端科学技术大学院大学) 第5篇 第3章
竹村宪太郎(奈良先端科学技术大学院大学) 第5篇 第3章
小枝 正直(大阪电气通信大学) 第5篇 第3章
上田 悦子(奈良工业高等专门学校) 第5篇 第3章
怡土 顺一(川田工业株式会社) 第5篇 第3章
大山 彰久(Willow Garage) 第5篇 第4章
西胁 光一(日本产业技术综合研究所) 第6篇 第1章
大须贺公一(大阪大学大学院) 第6篇 第2章
稻邑 哲也(日本国立情报学研究所) 第6篇 第3章
吉田 英一(日本产业技术综合研究所) 第6篇 第4章
友纳 正裕(千叶工业大学未来机器人技术研究中心) 第7篇 第1章
森 武俊(东京大学大学院) 第7篇 第2章
川出 雅人(OMRON 株式会社) 第7篇 第3章
倉爪 亮(九州大学系统情报科学研究院) 第7篇 第4章
山根 克(Disney Research) 第7篇 第5章
城井田胜仁(自由撰稿人) 第8篇 第1章
松原 仁(公立函馆未来大学) 第8篇 第2章
西村 辉一(ROBO-ONE 委员会) 第8篇 第3章
(※ 按执笔篇章顺序排列)

版 权 声 明

Original Japanese edition

Robot Technology

Edited by The Robotics Society of Japan

Copyright©2011 by The Robotics Society of Japan

Published by Ohmsha,Ltd.

This Simplified Chinese Language edition published by Posts & Telecom Press

Copyright©2015

All rights reserved.

本书中文简体字版由日本欧姆社授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

目 录

第 1 篇 机器人新领域 1

第 1 章	双子机器人	2
第 2 章	人机交互	6
第 3 章	连接人类与机器人的 心理学	12
第 4 章	机器人听觉	16
第 5 章	仿生学	20
第 6 章	分子机器人学	24
第 7 章	生物体与机器人的融合	28
第 8 章	认知型 BMI 下的外部 机器控制系统	32
第 9 章	机器人与设计的融合	36
第 10 章	机器人安全	40
第 11 章	认知发展机器人学	44
第 12 章	筑波机器人挑战赛	48

第 2 篇 机器人系统 53

第 1 章	仿人机器人	54
第 2 章	强化服	58
第 3 章	沟通型机器人	62
第 4 章	水下机器人	66
第 5 章	无人飞行器	72
第 6 章	微型机器人	76
第 7 章	软体机器人	80
第 8 章	并联机构	84

第 9 章	义手与义足	88
第 10 章	操控装置与机械手	92
第 11 章	高速操控装置	96
第 12 章	智能生活空间	100
第 13 章	智慧城市	104
第 14 章	无所不在的机器人学	108

第 3 篇 机器人应用 113

第 1 章	医疗机器人	114
第 2 章	看护机器人	118
第 3 章	救援机器人	122
第 4 章	建筑机器人	126
第 5 章	清洁机器人	130
第 6 章	农业机器人	134
第 7 章	太空机器人	138
第 8 章	个人交通工具	142
第 9 章	娱乐机器人 (I-Fairy)	146
第 10 章	触觉反馈装置	152
第 11 章	数字人技术	156
第 12 章	虚拟现实技术 (VR)	160

第 4 篇 机器人硬件 165

第 1 章	动作传感器	166
第 2 章	激光测距仪	172
第 3 章	触觉硬件	176

第 4 章	味觉传感器与嗅觉传感器	182
第 5 章	人工肌肉、高分子致动器	186
第 6 章	RC 伺服电机	190
第 7 章	微型致动器	194
第 8 章	ER/MR 流体	198
第 9 章	高速视觉系统	202
第 10 章	作为定位传感器使用的 GPS 与 GNSS	206

第 5 篇 机器人软件 211

第 1 章	软件平台	212
第 2 章	物理引擎	216
第 3 章	OpenCV	220
第 4 章	ROS (机器人 OS) ...	224

第 6 篇 机器人动作 229

第 1 章	二足步行	230
第 2 章	被动步行与基于动态控制	234
第 3 章	机器学习与统计决定行动	238
第 4 章	运动规划	242

第 7 篇 机器人知觉 247

第 1 章	同步定位与建图	248
-------	---------------	-----

第 2 章	动作识别理解	252
第 3 章	人脸识别	256
第 4 章	粒子滤波器	260
第 5 章	动作捕捉	264

第 8 篇 机器人竞赛 269

第 1 章	机器人竞赛的意义 ...	270
第 2 章	RoboCup	274
第 3 章	ROBO-ONE	278

第 1 篇 机器人新领域

与尖端科学领域的融合

本篇主题包括，机器人与其他科学领域的互相融合（机器人工学的精髓）和机器人自身领域研究新方向。例如，极受瞩目的机器人与神经科学、心理学的融合，以及以往未曾引起重视的机器人应用探究。由于此项研究是前所未有的综合性研究，因此各位或许会感到困惑。但是，此研究主题蕴藏了突破目前机器人技术极限的可能性。希望各位能够从中体会尖端研究者在研究中所感受到的乐趣。

- 第 1 章 双子机器人
- 第 2 章 人机交互
- 第 3 章 连接人类与机器人的心理学
- 第 4 章 机器人听觉
- 第 5 章 仿生学
- 第 6 章 分子机器人学
- 第 7 章 生物体与机器人的融合
- 第 8 章 认知型 BMI 下的外部机器控制系统
- 第 9 章 机器人与设计的融合
- 第 10 章 机器人安全
- 第 11 章 认知发展机器人学
- 第 12 章 筑波机器人挑战赛

第 1 章 双子机器人

■ 摘要

双子机器人,是一种可以通过互联网等媒介实现远程操作的 Android 机器人,其外表与操作者本人一模一样。双子机器人的原文 Geminoid 是 Gemini (双子座) 和 oid (类似) 所组成的新造词,这是一种全新类型的仿人机器人。

■ 关键词

Android 人类与机器人的关系 远程操作机器人

1 Android 机器人开发的问题

Android 机器人不仅拥有酷似人类的外表和细致动作,也有某种程度的知觉功能。但是其对话能力非常有限,与人类交流的时间也相应地受到限制,主要原因在于声音辨识上的困难。如果没有一定的声音辨识能力来匹配人类的外表和动作,就显得不自然。比如 2005 年日本爱知世博会上展示的女性 Android 机器人 ReplieeQ2, ReplieeQ2 以真实女性为模板开发,在严格限定情境或内容的前提下, ReplieeQ2 能够像人一样地对话,但是限于目前的语音识别技术,仍无法达到与人自由应答的程度。

要克服声音识别的问题,难度非常大。即使声音识别技术本身已经改善到了某种程度,但机器人要达到人类的对话水平,仍必须从声音信号中读取感情等众多信息,然后再选择恰当的语言与动作。要解决这个问题,需要更高级的人工智能技

术,而以目前的技术水平而言,尚无法获得彻底的解决方案。

于是,双子机器人在 Android 机器人的基础上加装了通过远程操作可进行对话(远程对话)的功能。尽管除了 Android 机器人外,在家庭内及公共设施中提供服务的仿人机器人也正在开发当中,但这种远程对话的功能,对这类仿人机器人来说都是必须的。不过,仿人机器人的对话能力本来也不必达到人类的水平,而且要开发出能够回答人类所有问题的机器人着实困难,因此远程对话成为目前这类机器人的必备功能。

2 双子机器人的开发

目前双子机器人的操作方式为远程操作,操作者同时观看两个屏幕,然后用按钮选择双子机器人的大致动作。两个屏幕中会分别显示双子机器人和访问者。另外,操作者眼前的计算机屏幕上,则有往右、往左、点头等动作按钮供选择,操作者可一边对话一边适当地按下按钮。操作者所选择的动作会与以往装载在 Android 机器人中的少许下意识动作¹⁾匹配,再通过双子机器人的身体表现出来。

远程操作中最重要的是保持双子机器人的嘴唇动作与操作者的声音完全同步。为此,必须在操作者的嘴唇周围配置标记,以动作捕捉系统正确地测量其动作,然后传送给双子机器人。嘴唇动作与声音的重要性,不但能够为与双子机器人面对面的访问者带来双子机器人正在说话的感



图1 双子机器人(左)
(ART 智能机器人学研究所开发)

觉,而且对进行远程操作的操作者本身来说也很重要。操作者虽然是通过屏幕观察双子机器人的身体动作,但是看到自己发出的声音与双子机器人的动作产生同步,还有头部动作与自己的动作同步,也会产生一种那就是自己身体的错觉。

另一方面,此系统的难点在于时间差。双子机器人与访问者所在的房间内设置了麦克风,操作者会监听房间内的声音。此时,操作者的声音是通过网络传送的,因此听起来会有时间延迟。由于人类习惯一边听自己几乎没有延迟的声音一边说话,所以只要自己的声音反馈得稍微慢一些,就会变得无法正常说话。为了解决这个问题,需要将传送至网络之前的声音,与从双子机器人和访问者所在的房间送出的声音进行合成,然后再让操作者听见。合成之后,虽然会同时听到几乎没有延迟的声音和有 $0.5s \sim 1s$ 左右时延迟的声音,不过至少消除了对话中的障碍。

3 对话的适应

双子机器人有一种过去 Android 机器人所没有的强烈临场感。双子机器人坐着

不说话的时候,给人的印象与 Android 机器人并无不同。但是,开始远程对话后,访问者和操作者都感受到了非常强烈的临场感。

访问者在最初还会对双子机器人周围的摄影机及各种装置感兴趣,但在对话5分钟后,就会自然而然地望着双子机器人的双眼说话。不过另一方面,操作者虽是一边看着屏幕一边说话,然而却感到非常拘束。双子机器人本身构造复杂,能够表现的动作又相当有限,对话开始一阵子之后,操作者就感觉到自己开始下意识地做出动作去配合双子机器人那些有限的动作。这些现象,并未通过精密实验验证,而是基于笔者及其他数人的经验所发现的。现在,研究者正以精密的实验对这些现象进行确认及研究。

比临场感更让人兴趣盎然的现象,是对话一阵子之后,如果访问者戳双子机器人的脸颊,操作者竟也有脸颊被戳到的感觉。和 Android 机器人一样,双子机器人的皮肤上装了许多触觉传感器。但是这些感应信息并不会传送给操作者,操作者只是看着屏幕进行对话而已,却能产生与机器人相同的感受。此现象目前也正以脑科学的方法进行验证,针对其原因有以下推测:人类的脑中有辨识人类的模式,该模式的一部分一旦对酷似人类的外表、动作及对话进行匹配,人类就会下意识地做出这是人类的预测,将机器人与人类相关。正是这种预测使实际上并未被碰触的皮肤产生触碰感。

双子机器人可以用于出席会议。实际的会议情况如图2所示。该会议也和刚才的一对一会话一样,会议参加者在刚开始



双子机器人

图2 双子机器人出席会议

的前几分钟，都在注意双子机器人以外的东西，或是忽略双子机器人的对话。然而5分钟后，参加者就习惯了此种形式，可以与双子机器人对视并自然地进行会谈。在此过程中，学生们的反应特别有趣，当笔者通过双子机器人说话时，他们就好像真的置身于某场会议之中，不敢去碰触双子机器人的身体。由此可推知，双子机器人给人带来的感觉对学生来说，是相当接近真人的。双子机器人在这场面谈中表现出的存在感，以及类似人类的权威表现，都必须经过更长期且更精密的实验来进行分析确证。

④ 利用双子机器人进行认知科学的研究^{2)、3)}

在制作女性 Android 机器人时，涉及技术及科学方面的问题是制造出“人味儿”¹⁾。人类是从人的何处感受到人味儿，又要如何让 Android 机器人表现出人味儿，这在过去一直是一个大问题。不过，Android 机器人能够与人类自然交流的时间较短，而且即便交流时间长，为了要维持机器人的“人味儿”，交流的方式也会十分有限。另一方面，双子机器人能够交流的时间较长，需要解决的问题也从单纯的

有人味儿，发展成“类人存在”等感觉。

关于类人存在有以下(1)~(3)几个问题。

(1) 认知自我与认知他人

“开发双子机器人的那一年，一开始不会动的双子机器人，对我而言就好像镜子中的影像。因为可以从不同于以往的角度看见自己，所以在这一点上多少有种奇妙的感觉，不过我并不会产生机器人就是我想的想法。当研究团队的成员实现机器人的动作时，我也不觉得那是我自己的动作。但实际上，那些动作都是研究人员用摄影机将我的动作拍下来，然后谨慎地让双子机器人重现出来的，可以说确实是我的动作，研究团队的其他成员也都一致认为和我一模一样。”

这个经历告诉我们，其实“我们自身”并非如自己所想，人类并不能正确地认识自己。可是，假如完全不认识自己，恐怕就无法在社会上生活。将自我认知的程度维持在适当限度之内是很重要的。至于要想知道何谓适当的限度，就必须得弄清楚人类自身所拥有的社会性相关功能以及转变成自我认知的功能的重要参数。之后，这个问题又发展为“自己是什么”的疑问上。

(2) 存在感与权威

通过与双子机器人的对话，访问者们感觉到了笔者的存在，同时学生们甚至还感觉到了权威气息。这一点与双子机器人人类式的外表、动作、对话有极大关联，而这些因素要在何种程度、何种组合下才能保持最好的效果，不仅是 Android 机器人或双子机器人等开发特殊机器人时面临的重要问题，也是与人相关的各种媒体面

对的共同基本问题。

人类有将谈话对象拟人化的倾向,且人脑的多数功能,都是用来辨识人类的。为了弄清人脑的这种功能,探求感知人类存在感的最低条件十分重要。

(3) 对 Android 机器人的适应

操作者和访问者双方都经由对话被带人双子机器人的系统中,而且适应情况良好。一旦习惯通过双子机器人对话,在某种程度上就会感觉这种形式十分自然。当然,尽管与直接交谈相比仍然大不相同,但是只要进一步改善技术,这种不协调感就会更加趋缓,对话也会更加自然。就这层意义而言,目前的双子机器人已经可以表现出人类的存在感了。

尤其是访问者触摸双子机器人的脸颊时,操作者仿佛也感觉到脸颊被碰触。可以认为,操作者将双子机器人的身体视为自己的身体。也就是说,操作者通过网络产生了错觉,把远处双子机器人的身体当成了自己的身体。这种情况,可算是大脑与身体通过网络相连的一种状态。

这也引出了下一步的基本问题,即人脑与身体间信息的交流与分离机制。以双子机器人目前的系统来说,操作者必须同时观看两个屏幕,如果只用一个屏幕是否可行?双子机器人能实现何种程度的自动应答?这些有趣的问题,都将随着双子机器人技术的发展,继续思考研究下去。

如上所述,Android 机器人的“人味儿”是偏向心理学、认知科学研究的部分,而双子机器人使这部分研究发展成了“人类的存在”这种在某种意义上是近乎哲学性的问题,它也是首个让人类思考此类哲学问题的机器人。

参考文献

- 1) H. Ishiguro: Scientific issues concerning androids, Int. J. Robotics Research, Vol.26, No.1, pp.105-117 (2007)
- 2) 西尾修一, 石黒浩: 人として人とつながるロボット研究, 電子情報通信学会学会誌, Vol.91, No.5, pp.411-416 (2008)
- 3) 石黒浩: アンドロイド, ジェミノイドと人間の相違, 情報処理学会誌, Vol.49, No.1, pp.7-14 (2008)

■ 摘要

为什么人会觉得机器人不只是普通的机械呢？本章将针对人与机器人的关系，从基于人类具身认知（Embodiment）的交互角度出发，介绍以机器人技术直接支持人类行动的一种新的可穿戴式机器人学——机器人装（Parasitic Humanoid）技术，以及像《铁人28号》那样由人通过简单操控装置直接实时操纵仿人机器人的“意图控制”技术。

■ 关键词

具身认知 可穿戴式机器人 行动分节化 意图推测 机器人装

1 机器人不只是普通的机械

人会捕捉他人的动作并加以记忆，并以观察与模仿再次重现该动作。同时，人也会在此过程中理解对方的动作意图，进行“学习”这项高级的精神活动。“拟人化”就是将此过程归纳并泛化，以便于让人理解非人者的动作行为。拟人化行为通过将非人的东西视为人类，记忆并解析其行为，然后再以模仿的方式重现其特征并传达给其他人。这种灵敏捕捉并理解人类的外型、动作的特性对于人类来说，正是构成社会、实现彼此沟通交流的能力源泉。

2 涉身性——连接世界、人类与机器人

生物凭感觉进行计量，而计量的标准就是自己的身体。标准若改变，信息也会

跟着改变。所以对该生物而言，自身的“具身认知”才是定义全世界信息独一无二的判定标准。

感觉器官是计量全世界的标准，会将物理现象转换成感觉信息。身体运动作用于物理世界，产生的神经指令会通过物理现象表现出来。动物则会通过其身体与外界现象呈对峙状态，便于能够随时做出及时的反应以求得生存。因此，人类所采取的信息处理策略，是把外界与自己身体的模式建构在脑内。人会通过这个模式，先在脑中模拟、预测行动之后产生的感觉，之后再凭借与实际感受相比较，检验出环境的变化、异常等不协调之处。只要针对这类差异在选择时稍加留心，就能轻易地撷取出应该处理的信息。如此一来，就能降低意识上的决策负担，亦可直接减少神经系统的时间延迟。虚拟现实（VR）中的临场感就可以定义成是一种世界形象、身体形象十分稳定，没有上述强烈不协调感的感觉。

那么，如此复杂的具身认知要如何获得呢？有关模仿学习的研究可以为我们解释其中一部分。所谓模仿学习，是一种人类通过观察他人举止并加以模仿来获得行动模式的学习方法。此学习方法的有趣之处在于先以视觉观察他人的身体动作，然后即时从其姿态中捕捉可以创造自我身体动作的信息。这份学习能力正是让人类大脑获得具身认知的机制，这种机制不仅能够各式各样的现象中维持对自我与世界认知的柔性统一，同时也是构成“将他人作为自己的相似形来理解”这种沟通能力