

广东省立中山图书馆： 采编图灵·图书采分编智能作业系统

一、项目建设背景

目前，RFID 技术、物流技术、工业机器人技术等在国内图书馆领域都有一定的探索应用，主要集中在图书馆读者服务前端的应用，分别应用于自助借还、馆藏立体仓库自动存取和机器人自动架位信息盘点等三类。但在图书馆业务管理后端，关于如何将物联网技术、工业机器人技术等应用于图书采分编环节，由自动化作业方式取代传统一系列繁杂的人工作业方式，目前无相关的研究和实用化案例。

在图书馆业务管理后端，所有图书及报刊在提供给读者借阅之前，必须经过书刊采购验收、分类编目、典藏加工等繁杂的人工作业环节（以下简称“图书采分编”），而图书采分编工作需要大量的人力和时间，因此，广东省立中山图书馆结合机器视觉、工业机器人等技术应用，研究并首创图书馆采编图灵——图书采分编作业的自动化和智能化技术，它可极大地提高图书馆尤其是大中型图书馆图书采分编效率，减少重复的人力劳动，产生“智能化编目”新业态，为未来图书馆业务优化提供创新方案。

相较于国内外已有的服务前端型应用，采编图灵涉及 RFID、红外感应器、激光扫描器等物联网技术、图像识别、工业自动化处理、自动分拣等多种技术的综合应用和协作运行，也将为相关新技术在图书馆领域的应用提供一种新的思路和方案。

二、项目研究建设内容

采编图灵·图书采分编智能作业系统总体上分为图书验收及编目前加工模块、图书分类编目模块、图书典藏加工及分拣模块 3 个部分，智能作业流程的总体框架如图 3-4 所示，整体系统研发计划分三期实施。

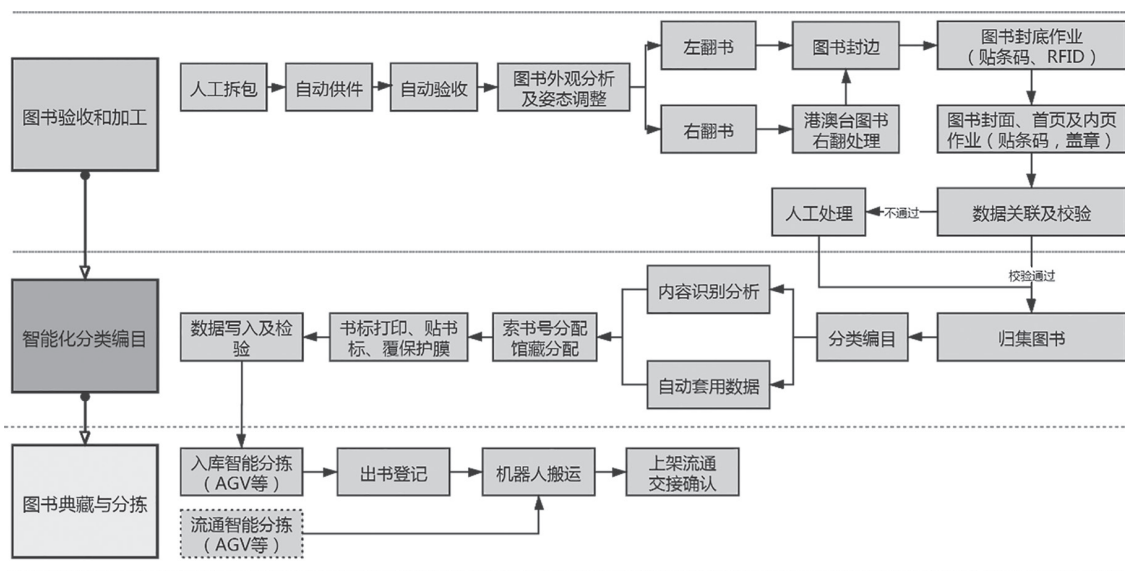


图 3-4 图书采分编智能作业系统流程

1. 重构与全流程智能作业系统相适应的图书采分编加工流程

传统的图书采分编加工流程繁多，通常包括拆包验收、系统收单、馆藏分配、图书封边、盖馆藏印章及贴条形码、编目及校验、索书号分配、书标打印、出书登记、贴书标、覆保护膜、加装 RFID 标签、RFID 标签数据写入、图书分拣及配送等。图书采分编智能作业系统初步分为图书自动分离供件、自动采购验收、自动贴标加工、智能化分类编目系统和图书集散及分拣等 5 个部分。若要进行全流程智能作业的设计，一方面需要对整体的业务流程进行拆分和逻辑归类，确认各个作业环节的可行性，并根据拆分出来的各环节业务特点匹配相关的自动化方案；另一方面需要重点对现有图书采分编加工流程进行再造，从能否实现原有加工要求、能否满足效率以及能否适应各类型图书的通用性等方面调整，以适

应未来全智能化作业的模式。

2. 利用机器视觉和工业机器人技术实现图书采购验收、典藏加工的自动化作业

传统的图书采编加工流程全部由人工完成，除图书馆分类编目外，其余作业基本为烦琐重复的机械式劳动操作，包含图书 ISBN 号码扫描及信息识别（包含书名、价格、出版社、作者等信息）、图书标签的打印粘贴、RFID 电子标签的粘贴、图书翻页及盖章、图书 RFID 标签数据读写、图书分拣等。采编图灵研发的重点是利用机器视觉和工业机器人技术对图书的特征码、特征标识进行精准的识别，同时通过机器人自动控制技术对图书进行规范化的物理加工，替代人工操作，提高图书加工的效率 and 准确率。

3. 初创智能化图书分类编目新模式，实现全流程作业自动化和智能化

图书分类编目是图书采编流程中复杂度最高的一个环节，本质上是要针对文献的内容主题进行分类和标引并生成书目数据，以实现文献信息化的检索利用。本项目研究在智能作业系统中，通过对每一种图书的特征码识别、图书关键内容的扫描存档等一系列的图像处理，开发专用的分类编目软件处理模块，与图书馆业务集成系统（LIS）对接。一是实现对联机编目数据的自动下载、自动编目，录入馆藏管理系统；二是实现编目员对无联机编目数据的图书进行无纸化线上编目，初创一种新的图书馆分类编目模式，提高图书分编效率。

4. 解决的关键问题

总体上，本项目将采用机器视觉、工业机器人等技术，辅以人工智能图像识别及相应定制软件，结合实际需求，对各个子系统技术节点的实现方式进行探讨和考察，确认各技术节点落地的可行性并评估风险，关键问题包括：

（1）基于机器视觉的图书外部特征识别

对图书外部物理特征的识别基于机器视觉技术，用于让智能作业系统“看到”图书，包括图书的大小、位置、方向、正反等，这是后续一系列自动化操作的先决条件。

（2）基于工业机器人自动控制的图书姿态调整

采用直角坐标型数控工业机器人技术来完成作业过程中图书的姿态调整，即

让智能作业系统“拿起和翻动”图书，包括单本图书分离、调整图书的左右和前后位置、翻转图书的前后方向、翻转图书的正反面、图书翻页等多种姿态处理动作，需根据图书的不同类型及各个动作的复杂程度采用不同形态的机械手设计非标自动化设备。

（3）实现图书无纸化自动编目

需利用人工智能图像采集和识别技术完成对图书的精准识别、主要内容的文本扫描等，并与图书馆联机编目系统、业务集成管理系统做系统整合以实现智能化编目，此为本项目复杂度最高的部分。

（4）全流程智能作业系统框架设计和调试

采编图灵所涉技术种类多、设备装置多，需充分考虑系统运行复杂度、运行效率、系统拓展等因素。

三、项目目前进展、运行情况及效果

目前，采编图灵·图书采分编智能作业系统（一期）即图书验收及编目前加工模块，已经于 2021 年 5 月正式上线并投入使用（图 3-5）。一期项目系统主要包括：图书自动供件、图书信息采集及姿态调整（图 3-6）、图书封底和封面物理加工共 3 个子系统，合计 12 个功能模块。



图 3-5 图书采分编智能作业系统（一期）工作现场



图 3-6 图书采分编智能作业系统（一期）图书姿态调整装置

1. 图书自动供件

在工作人员批量将图书摆放至设备供件台后，设备自动对图书进行逐本分离，采用提升机加负压机械手抓取方式，抓取图书的书脊，光电感应系统自动检测当前图书堆的状态，保证分离后的图书无破损、无重叠、无堆积。分离系统预设人机交互设备和软件接口，实时显示基础数据，便于馆员回溯系统历史信息和数据统计分析。

2. 图书信息采集及姿态调整

对已分离单本图书进行自动采样识别，通过对封面、书脊等位置的图像扫描存档、文本 OCR 识别等，获取包括题名、作者、出版社等基本信息，为实现自动验收保留基础数据，推进机器学习和训练，为实现“无纸化编目”和人工智能文献自动标引做准备。在此过程中通过对图书进行姿态调整，使图书达到符合系统处理标准的状态。

3. 图书封底和封面物理加工

利用机器视觉和工业机器人技术对图书的特征码、特征标识进行精准的识别，实现图书 ISBN 号码扫描及书名、价格、出版社、作者等信息识别，图书条形码打印粘贴，RFID 标签粘贴，图书翻页及盖章，RFID 标签数据读写。然后采用图像识别技术，通过算法滤波，实现图像检测，根据“采样—识别—判断—再采样”的模式，辅以机械手进行图书翻页，按照图书物理加工规范，精准定位图

书的封面、题名页、封底等位置，进行条形码打印、粘贴、盖馆藏章、贴 RFID 标签、覆保护膜等一系列全自动化操作。

本项目正式上线的系统，涵盖了新书入馆后图书相关信息图片采集、ISBN 号码扫码及信息识别、条形码打印粘贴、覆保护膜、RFID 标签粘贴（图 3-7）、翻页及盖馆藏章、RFID 标签数据读写等 10 余项批量操作以及图书 ISBN 号与图书条形码、RFID 标签信息的绑定和校验，做到了图书加工全流程可追溯。目前处理加工的运行效率达 200 册 / 小时，以加工 10 万册图书为例，仅计算图书搬运一项，使用该系统就可以比传统加工作业节省约 100 万册次的重复搬运劳动，不仅实现编目前加工作业的自动化和规范化，还能显著提高采分编作业的综合效率。

系统一期项目已申请 4 项发明专利和 32 项实用新型专利，其中 4 项发明专利已通过初审进入公示阶段，19 项实用新型专利已获授权。



图 3-7 图书采分编智能作业系统（一期）RFID 标签的自动粘贴装置

（广东省立中山图书馆 王惠君 吴昊 潘咏怡）