

西南林业大学

学术型博士生学位论文开题报告

题目： 基于木材构造特征的区块链
标识技术研究

学 号:	20181006018	姓 名:	孙永科
学科专业:	木材科学与技术	研究方向:	木竹材科学
导师姓名:	杜官本	职 称:	教授
	殷亚方	职 称:	研究员
报告主持人:		报告日期:	

填表日期: 2019 年 5 月 20 日

填 表 说 明

1. 开题报告是博士生培养的重要环节，研究生需在导师的指导下认真完成，具体要求参见《西南林业大学关于学术型研究生开题报告的规定（2012 修订）》。
2. 开题报告文献综述部分的基本要求：（1）国内外本研究课题的发展现状、趋势及问题等，字数 8000 字左右。（2）参考文献量不少于 60 篇（其中人文社科类不少于 70 篇），对于个别新兴研究领域其文献量可酌情减少。（3）文献引用格式需符合《西南林业大学研究生学位论文格式的统一要求》的相关规定。
3. 完成时间：研究生开题工作应于入学后第三学期内完成，具体时间各学院可根据本学院的学科特点和实际情况进行安排。
4. 博士生开题报告书应首先获导师认可和考核小组成员审阅后方可参加开题。
5. 打印要求：此表用 A4 纸双面打印，各栏空格不够时，请自行加页。
6. 开题报告通过、修改、签字完毕后，交各学院存档一份。

选题基本情况 (✓)

本研究题目为：

1. 导师课题的一部分 (✓);
2. 委培单位的课题 ();
3. 其它（须具体说明）_____。

选题分类 (✓)

- | | |
|-------------|---------------|
| 1. 基础研究 () | 2. 应用研究 (✓) |
| 3. 综合研究 () | 4. 其他 () |

选题来源 (✓)

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 01. 973、863 项目 () | 2. 国家社科规划、基金项目 () |
| 03. 教育部人文、社会科学研究项目 () | 4. 国家自然科学基金项目其 () |
| 05. 中央、国家各部门项目 () | 6. 省(自治区、直辖市)项目 (✓) |
| 07. 国际合作研究项目其 () | 8. 与港、澳、台合作研究项目 () |
| 09. 企、事业单位委托项目 () | 10. 外资项目 () |
| 011. 学校自选项目 () | 12. 国防项目 () |
| 013. 非立项其 () | 14. 其他 () |

一、立题依据

(就博士生对国外研究现状的了解情况、研究内容、研究方法、预期成果等方面予以评价)

1. 选题的理论和实践意义

木材溯源在木材贸易和植物保护工作中具有重要的作用。在木材贸易过程中，通过溯源可以了解木材的来源，掌握木材的合法、合规性^[1-9]。在植物保护工作中，快速的材种识别可以帮助监管部门查处和打击非法的木材交易^[10-16]。

在溯源系统中木材个体通过标签与溯源系统中的数据关联，标签通常是一个带有数字编号的一维码、二维码或者RFID，数据包含了木材生产、交易、流通中的完整信息^[17-20]。木材查验时，首先读取木材标签上的数字编号，然后在数据库中查找该编号对应的木材信息，利用这些信息可以快速验证木材的来源及合法、合规性。

区块链技术具备去中心化与不可篡改的特性，不依赖于某个组织和个人，利用可信的技术手段将所有信息公开记录在“公共账本”上。一旦不可篡改的信息被建立了，相当于确定了物理世界的商品在互联网世界的唯一身份，而且实现了基于这个身份流转的所有的追踪和记录^[21-24]。区块链技术本质上是一种“历史记录不可篡改的数据库技术”，为木材溯源提供了新的工具^[25]。

虽然区块链技术解决了数据可信的问题，但是标签和木材实体之间没有实现可信的同一对应，限制了木材溯源系统的推广和使用。木材溯源系统中的数据可以通过区块链等技术实现，数据安全、可靠且不可被篡改，具有权威性^[21-23, 25-28]。但是，在实际使用的过程中，木材上的标签容易脱落，也容易被非法转移或者复制，一些非法的商人把高价值木材上的标签转移到低价值的木材上以次充好，给消费者造成损失。

木材的构造特征是木材的一种生物特征，是木材个体独有的信息，具有固化性和不可复制性^[29-33]，无法被非法转移或者复制到其它木材个体。木材的构造特征主要有年轮线、木射线、导管组成，而且每一种组织的形状、排列方式、颜色都存在差异。有效的提取这些特征，可以实现个人的木材个体的身份确认。因此，可以利用这些生物特征作为标签与溯源系统中的数据建立可信的同一对应关系，解决溯源系统中的数据与木材个体之间的同一性问题。

本课题拟研究木材溯源系统中木材的构造特征识别技术，解决木材溯源系统中木材个体与数据的可信关联问题。拟从木材的切面图像中提取木材的年轮、木射线和导管的颜色、排列和分布特征，设计一种特征提取算法和特征对比算法，用来区分不同的木材个体，解决木材溯源系统中标签和实物同一性识别的问题。

2. 文献综述

(国内外本研究领域的发展现状、趋势及问题等，并附参考文献)

木材特征识别的方法可以分为三大类：符号标记技术^[18, 20, 25]、RFID 标记技术^[19, 34, 35]、生物特征标记技术^[29, 33, 36]，方法的名称和特点如表1所示。其中 Punching 指的是利用重锤等工具冲击木材的表面，在木材表面留下一个特征数符号标记；Paint 指使用涂料在木材上喷涂数字或者符号；Barcode 是在木材表面固定一维码标签；QR Code 指在木材表面固定二维码标签；RFID 指在木材内部嵌入 RFID 芯片；DNA 指利用木材的 DNA 信息识别木材；Micro Wave Sensor 指利用近红外等微波设备提取木材的微波特征；Biometric 指利用木材的立体，几何、纹理等特征识别木材的技术。

表 1：木材标记类型

	Technology	Year	Cost	Efficiency	Features
符号标记	Punching	1896	Low	less efficient	symbols and marks detected by a camera
	Paint	1930	Low	Simple, Difficult to fake	Fluid marking with paint
	Barcode	1952	Low	less Efficient	Plastic, etiquettes
	QR Code	2002	Low	Fairly	Simple to scan
RF ID	RFID	2009	Potential for low price	Fairly	Wireless data transmission
生物特征	DNA	2010	experimental	reliable	depend on database
	Micro Wave Sensor	2004	Experimental	Not fully developed	Intrinsic signature
	Biometric	2012	Low	less efficient	unique

部分数据来源:Tzoulis I , Andreopoulou Z . Emerging Traceability Technologies as a Tool for Quality Wood Trade[C]// Elsevier Ltd, 2013^[37].

符号标记技术

数字标记技术是在木材的表面添加某种具有特殊含义的符号，用以区分木材。符号标记的种类包括数字，一维码，二维码，这些符号可以使用彩色油漆直接喷涂在木材上；也可以先把标记打印在纸张、塑料或者金属板上，再将带有符号板固定在木材上^[37]，编码与信息系统中的数据关联。符号也可以使用重锤等工具直接在木

材的截面进行冲击，形成一些带有凹槽的特殊二维码图案。

一维码标记技术是在木材的表面固定一维条形码，该方法只能借助机器喷涂，使用扫描设备可以快速的读取编码信息。这种编码可以为每一根木材创建一个独立的编码，可以实现个体的信息跟踪。为了便于喷涂和识别，如图2所示。

二维码可以记录更多的信息，为了防止恶意的读取和复制，可以先对信息加密，这样就只有受信任的设备可以阅读，限制了信息扩散的范围，在一定的程度上可以保护信息安全。图1中是二维码使用的一个实例，把喷涂了二维码的卡片固定在木材的端部^[18, 25]；二维码也可以喷涂到木材的表面^[11]，如图1b所示。先把二维码雕刻到一个模板上，使用时先把模板贴在木材的表面，再把油漆喷涂到模板上，去掉模板后会在木材的表面留下一个镂空的二维码图形。

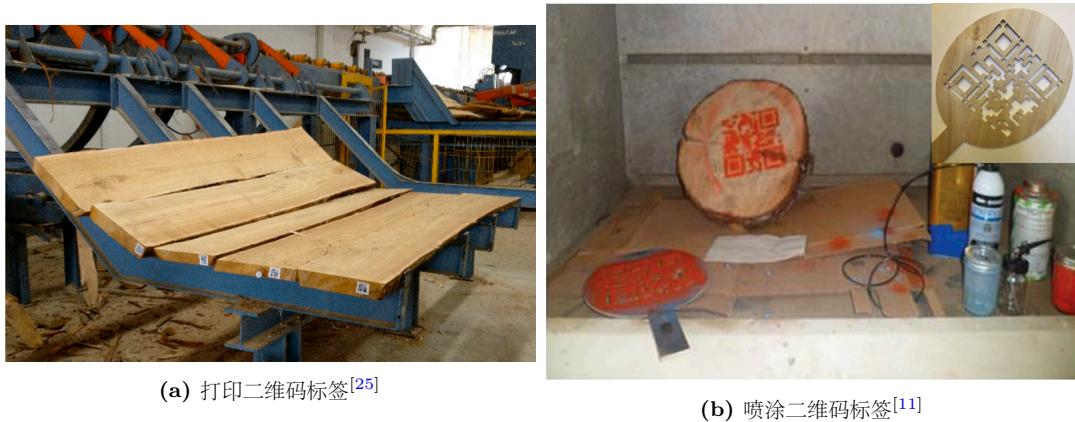


图 1: 二维码标签^[25]



图 2: 冲击式二维码

在木材的截面上使用带有标记的重锤冲击，在木材表面留下一个特殊的标记是出现比较早的一种木材标记方法，可以用来区分木材的产地。Otmetka 公司结合二维码编码技术研究了一种新的编码技术，使用重锤在木材表面留下具有特殊含义的符号，根据符合形状和排列方式可以解析出数据信息。这种标记方法需要使用专门的扫描设备可以解密符号中的数据信息，因此具有一定的安全性。

使用符号标记技术成本比较低，后期的识别算法也容易实现，识别的准确率也比较高。但是这些标签在运输的过程中会出现丢失的情况，根据 Dykstra 的论文，这写标签存在丢失问题，丢失率大约为 1 – 5%^[38]；同时这些标签在灰尘大，泥土多的环境中容易被污染变得难以识别，在温度和湿度的影响下，标签也容易遭到随坏^[14]。

符号标签容易被复制和伪造。在流通的过程中，可以从高价值的木材上复制一份标签贴在低价值的木材上，让低价值的木材在溯源系统中流，高价值的木材在溯源系统之外的市场进行交易。这种欺骗的手段会给下游的用户带来极大的经济损失，也会对溯源系统的可靠性带来冲击。

RFID

RFID 是随着物联网技术发展而产生的一种快速的识别技术，识别的准确率高（接近 100%）、速度快，适合在大规模的产品检查和跟踪。RFID 在食品的溯源系统中已经进行了相关的研究^[24, 39, 40]，可行性也得到了证明。RFID 体积比较小，可以隐藏到木材内部^[37]，可以防止恶意的破坏，由于成本问题在木材溯源的系统中基本都使用被动式的 RFID，读数据的距离非常短^[14]，为了方便读取，RFID 芯片通常都嵌在木材的表面^[11, 17-19, 32, 34, 41]。为了提高识别的距离，Janne 等人尝试使用 UHF RFID 提高了识别的距离，实验结果达到 1.6~2.5 米^[42]，但是这些芯片的成本远高于普通的 RFID 芯片。

Glen Murphy 等人在 2012 发布了一项企业调查报告，其中有 2 个问题涉及到 RFID。（1）当前正在使用那些溯源和追踪技术？（2）曾经使用过那些溯源技术？经过对 91 家企业的调查结果分析发现：参与调查的企业没有人愿意使用 RFID 溯源技术，调查的结果如图3所示。这个结果非常的令人感到意外，不管是曾经还是现在，RFID 都没有人选择。作者分析认为 RFID 的成本是企业放弃 RFID 的主要原因。

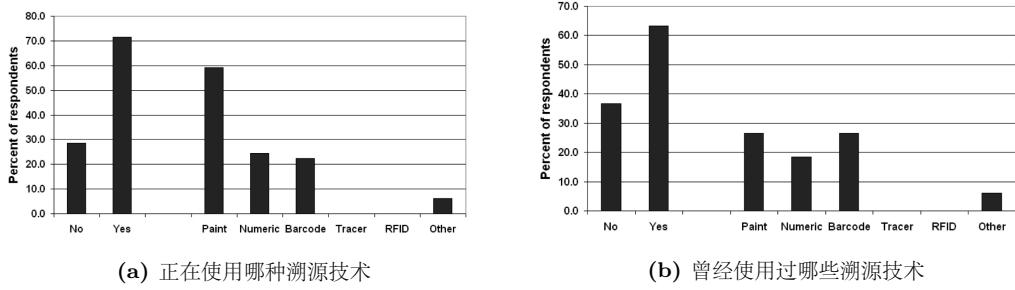


图 3: 溯源技术调查^[14]

目前，RFID 的成本仍然比较高，如图4所示，2019 年 RFID 的价格最便宜的半成品 ¥0.4 元，加工后可以使用的电子标签 ¥3.0 元，如果制作成可以嵌入木材的成品预计价格大约 ¥3.0~¥4.0 元之间，如果使用纸张打印二维码或者一维码的方式制作标签，其成本大约 ¥0.02 元，如果使用塑料打印二维码，成本大约 ¥0.1 元。通过比较可以发现 RFID 的成本的确很高，是普通符号标签的 40 倍 ~ 200 倍。

2011 年，Björk 在论文中提到用于木材标记的普通 RFID 的价格 \$0.1 ~ \$1 美元之间，同时于此标签相关的人工成本，设备成本总和大约是 €8.5/m³ ≈ ¥65/m³^[41]。



图 4: 2019 年 RFID 价格

图5是工人在原木中固定 RFID 的场景，工人使用重锤敲击有 RFID 芯片的标签，把标签嵌入木材内部。木材在传送带中上前进的过程中，上方的读卡器可以实时读取芯片中的信息，实现对木材的实时追踪。



图 5: RFID 固定操作与结果展示

使用 RFID 的优点是读取速度快，准确率高，但是使用成本较高，限制了其推广的速度和规模，几乎没有企业愿意真正都投入使用该项技术。

生物特征标记技术

使用符号标记和 RFID 都存标记容易被复制的问题。不法的商人可以把高价值木材上的标签取下来固定到低价值的木材上，以次充好，欺骗消费者，使用符号标记和 RFID 的溯源技术无法保证实物与编码的意义对应。为了解决这个问题，很多的学者开始研究利用木材本身的生物特征进行木材的溯源和跟踪技术，包括利用 DNA 技术识别标记和识别木材^[11, 31, 43-46]，利用近红外技术标记和识别木材^[47-52]、利用木材的一些 3D 或者 2D 数据标记和识别^[18, 29, 30]、利用木材截面的纹理标记和识别木材^[30, 53-59]，如表2所示。



图 6: RFID 读取设备与使用场景

表 2: 木材生物特征识别技术

主要技术	特点
DNA	准确率高，费用高，耗时。不适合干燥的木材
近红外	准确率一般，易受到外界温度、湿度的干扰，部分物种很难区分
3D/2D 特征	准确率高。特征包括：高度、分段直径、横切面几何形状（圆近似率、隋心偏离位置、早晚材比例）、
切面纹理	年轮特征、木射线特征、导管特征。结合人脸识别算法、虹膜识别算法、指纹识别算法。准确率高

利用 DNA 技术识别木材的准确率高，不仅可以识别木材的种类也可以识别木材个体，但是如果木材经过高温干燥后，很难提取到有效的 DNA 信息，无法完成识别。利用近红外识别木材速度快，操作简单，但是近红外容易受到外界温度、湿度的影响，木材细胞中的填充物在储存的过程中也会发生变化。这些因素都会影响近红外的测量结果，导致识别错误。利用木材截面的纹理特征识别木材是近几年的研究热点，利用放大镜或者显微镜获取木材截面的纹理特征，然后利用指纹、虹膜等算法提取图像的特征，识别木材的个体或者种类，该方法的优点是数据采集设备简单，信息丰富，利用不断发展的机器学习算法可以不断的优化识别效果，但是目前多数是关于材种的识别，缺少关于个体的识别算法。

(1) DNA

Lee Hong Tnah 等人在 2012 年发表了从木材中提取 DNA 进行木材识别的相关论文^[44]。从形成层和边材中提取 DNA 的成功率达到了 100%，但是从砍伐后超过 6 个星期的木材中提取 DNA 的成功率就会下降，如果木材砍伐的时间超过了 9 个月后，形成层就无法提取 DNA，从边材中提取 DNA 的成功率降低到 70% 左右，实验的结果如图 7 所示。

实验中还发现叶绿体中含有完整的 DNA 序列，但是仅存在木材的新生层中，砍

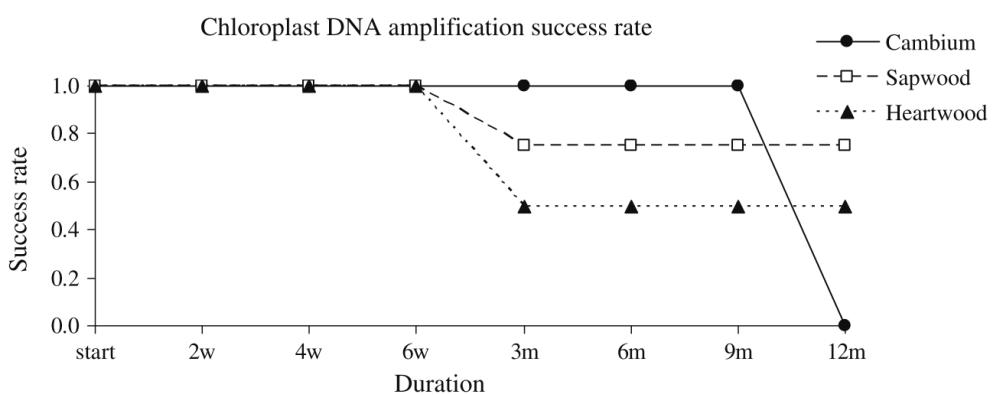


图 7: 木材中提取 DNA 的成功率与时间关系

伐时间久以后，新生层死亡后就无法提取完整的 DNA 序列。乔梦吉等人对 5 种楠属的木材进行实验，DNA 会随着木材的干燥快速降解^[60-62]，在干燥的木材中很难提取适合扩增的 DNA 片段，

DNA 测试的费用大概 ¥1000 元/样本，木材的砍伐时间超过 9 个月，成功率会降低到 70%。如果想从这些木材中成功提取 DNA，需要进行多次试验，所需的费用大约是 $1000/0.7 \approx 11428$ 元。这个费用远远高于其他技术手段，因此不适合在大规模的木材溯源系统中使用。

(2) 近红外

近红外是波长在 $2500 \sim 25000 nm$ 之间的电磁波，木材中的一些化学功能基团可以被近红外探测和发现，因此可以利用这些特性来识别和区分木材。近几年来，利用近红外来识别木材研究的论文越来越多^[63]。

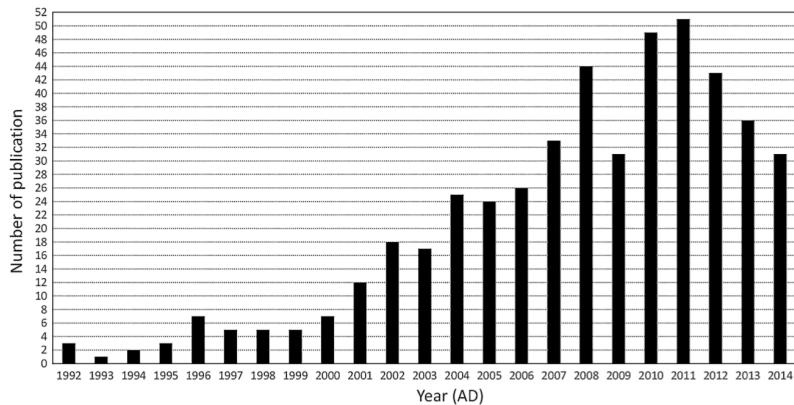


图 8: 近红外木材识别的研究趋势

Hikaru Kobori 等人对 2 种木材进行了实验，虽然结果表明区分度超过了 90%，但是作者指出实验中选用的 2 种木材 (*Fagus sylvatica L.* 和 *Pinus sylvestris L.*) 的解剖构造存在很大差异，样本的生产地的自然环境差别有也比较大。因此，作者

怀疑这 2 个因素是导致区分度高的主要原因^[64]。

2017 年，杨忠等人发表了利用近红外识别木材的相关研究。通过对 3 种市场常见的木材进行试验分析，发现近红外设备探测到的数据很容易受到外界自然环境的影响。纤维素和半纤维素在自然环境中发生氧化后，木材的颜色会发生很大的变化，从而影响探测器的数值和识别的结果。同时他们还发现不同种的木材在相同的环境下，发生氧化反应以后颜色的变化也存在差异^[48]。

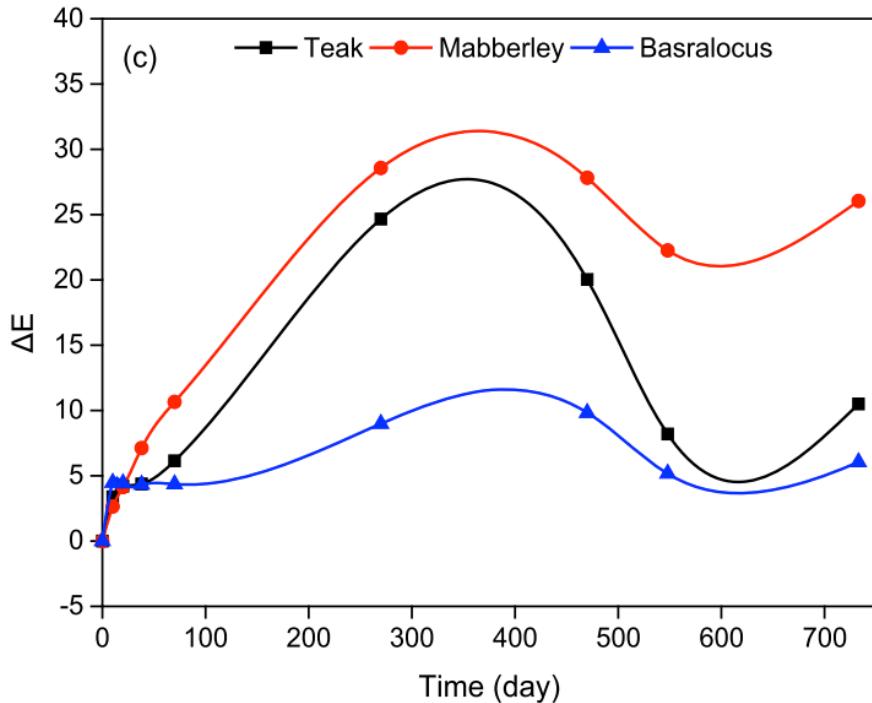


图 9：近红外木材识别结果与时间关系

图9中， ΔE 是区分参数，作者利用近红外传感器探测到的数据得到的一个数值^[48]。三种不同颜色的线条表示三种不同的木材，分别是柚木、红果坚木和苏木。线条之间的距离越远表示区分度越高，越近表示区分度不高，在开始阶段，他们机会很难区分，在 400 天以后，Teak 中的 ΔE 波动非常大。作者同时指出在不同的环境中这个变化率也会不同，这些不稳定的变化因素都给识别带来极大的困难，因此也不适合在木材溯源和追踪系统中使用。

(3) 3D/2D 特征

2004 年，Chiorescu 等人利用 3D 扫描仪提取了原木中的 14 个参数：长度 (Length)、材积 (PhysVol)、顶部材积 (TopVol)、最小直径 (MinDia)、中间直径 (MidDia)、最大直径 (MaxDia)、最小外接矩形的对角线长度 (MeanTaper)、弯曲度 (Bow)、平均锥度 (MeanTaper)、对接锥度 (ButtTaper)、弯曲位置 (BowPos)、顶部椭圆度 (TopOval)、顶部椭圆角度 (TopOvalAngle)、中间椭圆角度 (MidOvalAngle)^[32]。并且计算出了这些参数与分类之间的相关性，如表3所示。作者

表 3: 木材形态参数与分类之间的相关性

Log variable	Correlation	Log variable	Correlation
Length	0.999	Bow	0.783
PhysVol	0.988	MeanTaper	0.577
TopVol	0.980	BowPos	0.310
MinDia	0.974	ButtTaper	0.294
MidDia	0.968	TopOval	0.2
MaxDia	0.950	TopOvalAngle	0.1
DiagDia	0.929	MidOvalAngle	0.1

最终选择了其中 7 个相关度高的因子作为变量，使用 MultivarSearch 方法对 3171 种样本进行分类，成功率达到 57%。

Rudolf Schraml 等人利用木材横切面的测量特征也实现了对木材的识别，他们提取的 7 种不同的参数（如图），选取了 150 根木材进行实验，结果表明该方法的正确率达到了 95%^[29]。

Barrett 等人对木材横截面的生物几何特征做了研究，认为可以利用他们来区分不同的个体^[36]。也有一些研究者使用木材的形态特征和 RFID 技术联合，用来对木材进行溯源和追踪^[17, 18, 37, 53]，提高了识别的准确率和识别的速度。

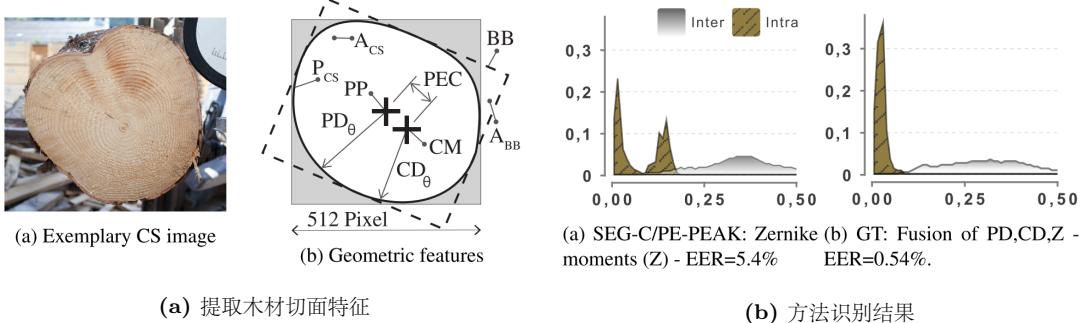


图 10: Schraml 特征与实验结果

(4) 构造特征

利用木材表面的纹理或者导管分布特征区分木材是目前的研究热点。K.Kamal 利用木材的木节和裂痕对木材进行溯源。实验选取了 5 种不同类型的木节图片共 395 张，使用 30 层的 BP 神经网络对数据进行分类识别，正确率达到了 90.5%^[54]，但是作者提出其中可能存在过度拟合的问题，实际的正确率大约为 84%。

Baris Yuce 等人从木材图片中提取了 17 种不同的特征，利用 2 层的 ANN 网络训练识别模型，识别的正确率达到了 70%^[65]；Hongbo Mu Dawei 等人利用木节的形状特征识别木材^[66]；Pahlberg 等人利用木材弦切面上的木节识别木材，计算木节的特征，利用 SURF 特征点的匹配算法识别木材。实验使用了 886 张木地板的图像，测试集的正确率达到了 98%^[67]；Schraml, R. 等人利用指纹识别算法提取木材横切面中的特征进行木材识别，识别的正确率达到了 98%^[30]；Real, Pedro 等人利用人眼虹膜算法提取木材横切面中的特征，用于木材的识别，作者测试了 155 根原木，正确率达到了 100%^[53]；Fahrurrozi 等人采集了 80 种不同的木材图像，对比了 Roberts、Sobel、Prwitt、Canny、LoG 不同特征提取算法对识别率的影响，最高的识别正确率达到了 100%^[55]；Rubiayah Yusof 使用 Gabor 过滤器提取木材图像中的特征，利用多层 BP 神经网络对数据分类，识别的正确率达到了 91%^[68]；

通过以上分析，符号标记技术和 RFID 虽然具有一系列的优点，但是标记容易被复制，标记存在脱离实体的可能性。利用木材本身的生物特征作为标记，特征无法脱离实体，标记的可信度高。木材生物特征技术中基于图像特征的标记技术研究较多、成本低、速度快，因此是木材溯源技术中较好的选择。

本项目拟利用 ORB、SIFT、SURF 等图像特征提取算法^[69]，提取木材截面中的构造特征用来标记每一个木材个体。研究不同特征算法与个体识别之间的关系，研究特征匹配算法与识别正确率之间的关系。解决木材区块链中实物与数据的同一性认证问题，为木材区块链的应用提供理论和技术支持。

参考文献

- [1] LEIPOLD S, SOTIROV M, FREI T, et al. Protecting "First world" markets and "Third world" nature: The politics of illegal logging in Australia, the European Union and the United States[J]. *Global Environmental Change*, 2016.
- [2] MCDERMOTT C L, IRLAND L C, PACHECO P. Forest certification and legality initiatives in the Brazilian Amazon: Lessons for effective and equitable forest governance[J]. *Forest Policy and Economics*, 2015.
- [3] LAWSON S. Illegal Logging in the Republic of Congo[J]. *Energy, Environment and Resources EER PP* 2014/02, 2014.
- [4] REBOREDO F. Illegal wood in Europe: a review[J]. *International Forestry Review*, 2013.
- [5] SHEIKH P A. Illegal logging: Background and issues*[M]. 2010.
- [6] Van der PLOEG J, MASIPIQUEÑA A, van WEERD M, et al. Illegal logging in the Northern Sierra Madre Natural Park, the Philippines[J]. *Conservation and Society*, 2011.
- [7] BRACK D. Controlling Illegal Logging and the Trade in Illegally Harvested Timber: The EU's Forest Law Enforcement, Governance and Trade Initiative[J]. *Review of European Community and International Environmental Law*, 2005.
- [8] DEGUILLOUX M F, PEMONGE M H, BERTEL L, et al. Checking the geographical origin of oak wood: Molecular and statistical tools[J]. *Molecular Ecology*, 2003, 12(6): 1629-1636.
- [9] GRIFFITHS M, WOOD R T. Risk Factors in Adolescence: The Case of Gambling, Videogame Playing, and the Internet[J]. *Journal of Gambling Studies*, 2000.
- [10] RAVINDRAN P, COSTA A, SOARES R, et al. Classification of CITES-listed and other neotropical Meliaceae wood images using convolutional neural networks[J]. *Plant Methods*, 2018, 14(1): 25.
- [11] KNOWLES C, BOSTON K, BERECIBAR E. A new method for tagging and tracking logs[J]. *International Forestry Review*, 2017, 19(3): 294-305.
- [12] TZOULIS I K, ANDREOPOLOU Z S, VOULGARIDIS E. Wood Tracking Information Systems To Confront Illegal Logging[J]. *Journal of Agricultural Informatics*, 2015, 5(1): 9-17.
- [13] TZOULIS I, ANDREOPOLOU Z, KOLIOUSKA C, et al. WooDB: A DBMS Approach as a Marketing Tool for Wood Entrepreneurship[J]. *Procedia Technology*, 2014, 8(Haicta): 275-284.

- [14] MURPHY G, CLARK J A, PILKERTON S. Current and Potential Tagging and Tracking Systems for Logs Harvested from Pacific Northwest Forests[J]. Western Journal of Applied Forestry, 2012, 27(2): 84-91.
- [15] GASSON P, MILLER R, STEKEL D J, et al. Wood identification of *Dalbergia nigra* (CITES Appendix I) using quantitative wood anatomy, principal components analysis and naïve Bayes classification.[J]. Annals of Botany, 2010, 105(1): 45.
- [16] HUNT D. CITES Cactaceae Checklist[J]. Chicago University P, 1992.
- [17] PICHLER G, POVEDA LOPEZ J A, PICCHI G, et al. Comparison of remote sensing based RFID and standard tree marking for timber harvesting[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2017, 140: 214-226.
- [18] APPELHANZ S, OSBURG V S, TOPOROWSKI W, et al. Traceability system for capturing, processing and providing consumer-relevant information about wood products: System solution and its economic feasibility[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 110: 132-148.
- [19] MTIBAA F, CHaabane A. Forestry wood supply chain information system using RFID technology[J]. IIE Annual Conference and Expo 2014, 2014(January 2014): 1562-1571.
- [20] APPELHANZ S. Tracking & Tracing-Systems in the Wood Supply Chain: Opportunities and Challenges[C]. in: Proceedings of the 19th Americas Conference on Information Systems. 2013: 1-11.
- [21] XIAOCHI L, YEQIANWEN H. A summary of Blockchain Technology[J]. Investment, Finacing and Trade, 2018: 97-109.
- [22] SHAO Q F, JIN C Q, ZHANG Z, et al. Blockchain: Architecture and Research Progress [区块链技术: 架构及进展][J]. Jisuanji Xuebao/Chinese Journal of Computers, 2018, 41(5): 969-988.
- [23] ZHANG F, SHI B, JIANG W. Review of key technology and its application of blockchain[J]. Chinese Journal of Network and Information Security, 2018, 4(4): 22-29.
- [24] Feng Tian. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology[C]. in: 2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). IEEE, 2016: 1-6.
- [25] FIGORILLI S, ANTONUCCI F, COSTA C, et al. A blockchain implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain[J]. Sensors (Switzerland), 2018, 18(9): 1-12.

- [26] CHOCHAN U. Blockchain and the Extractive Industries: Cobalt Case Study[J]. SSRN Electronic Journal, 2018.
- [27] YONG Y, WANG F. Blockchain : The State of the Art and Future Trends[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481-494.
- [28] YUAN Yong, WANG Fei Yue. Blockchain: The State of the Art and Future Trends[J]. ACTA AUTOMATICA SINICA, 2016, 42(4): 481-492.
- [29] SCHRAML R, CHARWAT-PESSLER J, PETUTSCHNIGG A, et al. Towards the applicability of biometric wood log traceability using digital log end images[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2015, 119: 112-122.
- [30] SCHRAML R, PETUTSCHNIGG A, UHL A. Validation and reliability of the discriminative power of geometric wood log end features[J]. Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP, 2015, 2015-Decem: 3665-3669.
- [31] LOWE A J, CROSS H B. The application of DNA methods to timber tracking and origin verification[J]. IAWA Journal, 2011, 32(2): 251-262.
- [32] CHIORESCU S, GRONLUND A. The fingerprint method: Using over-bark and under-bark log measurement data generated by three-dimensional log scanners in combination with radiofrequency identification tags to achieve traceability in the log yard at the sawmill[J]. Scandinavian Journal of Forest Research, 2004, 19(4): 374-383.
- [33] SCHRAML R, CHARWAT-PESSLER J, UHL A. Temporal and longitudinal variances in wood log cross-section image analysis[J]. 2014 IEEE International Conference on Image Processing, ICIP 2014, 2014: 5706-5710.
- [34] VIRTANEN J, VIRKKI J, SYDANHEIMO L, et al. Automated identification of plywood using embedded inkjet-printed passive UHF RFID tags[J]. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2013, 10(3): 796-806.
- [35] SUN C. Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things[J]. AASRI Procedia, 2012, 1: 106-111.
- [36] BARRETT W A. Biometrics of cut tree faces[J]. Advances in Computer and Information Sciences and Engineering, 2008: 562-565.
- [37] TZOULIS I, ANDREOPOLOU Z. Emerging Traceability Technologies as a Tool for Quality Wood Trade[J]. Procedia Technology, 2014, 8(Haicta): 606-611.
- [38] DYKSTRA D P, KURU G, TAYLOR R, et al. Technologies for wood tracking: verifying and monitoring the chain of custody and legal compliance in the timber industry[J]. World Bank, Washington, DC, 2002.

- [39] TSE D, ZHANG B, YANG Y, et al. Blockchain application in food supply information security[J]. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2018, 2017-Decem: 1357-1361.
- [40] 雷剑, 马源. 多技术融合的酒类防伪创新应用研究[J]. 通信与信息技术, 2018, 2: 51-55.
- [41] BJÖRK A, ERLANDSSON M, HAKLI J, et al. Monitoring environmental performance of the forestry supply chain using RFID[J]. Computers in Industry, 2011, 62(8-9): 830-841.
- [42] HÄKLI J, JAAKKOLA K, PURSULA P, et al. UHF RFID based tracking of logs in the forest industry[C]. in: RFID 2010: International IEEE Conference on RFID. 2010.
- [43] JIANGUO F, LIU Jinliang, YANG Xiaojun, et al. DNA extraction and molecular identificatio of imported Dalbergia wood[J]. Journal ofZhejiang A&F University, 2013, 30(4): 627-632.
- [44] TNAH L H, LEE S L, NG K K S, et al. DNA extraction from dry wood of Neobalanocarpus heimii (Dipterocarpaceae) for forensic DNA profiling and timber tracking[J]. Wood Science and Technology, 2012, 46(5): 813-825.
- [45] FUKUI Y, MIYAMOTO T, TAMAI Y, et al. Use of DNA sequence data to identify wood-decay fungi likely associated with stem failure caused by windthrow in urban trees during a typhoon[J]. Trees, 2018: 1-10.
- [46] YU M, JIAO L, GUO J, et al. DNA barcoding of vouchered xylarium wood specimens of nine endangered Dalbergia species.[J]. Planta, 2017, 246(6): 1165-1176.
- [47] YANG S, LUO P, LOY C C, et al. Faceness-Net: Face Detection through Deep Facial Part Responses[J]., 2017, 1: 1-14. arXiv: [1701.08393](https://arxiv.org/abs/1701.08393).
- [48] LIU R, PANG X, YANG Z. Measurement of three wood materials against weathering during long natural sunlight exposure[J]. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 2017, 102: 179-185.
- [49] YANG Z, LIU Y, PANG X, et al. Preliminary Investigation into the Identification of Wood Species from Different Locations by Near Infrared Spectroscopy[J]. BioResources, 2015, 10(4): 8505-8517.
- [50] SUN Y, YANG Y. A Clustering Algorithm of Regional Character Based on SURF[J]., 2016: 1-6.
- [51] ZHANG M, LIU Y, YANG Z. Correlation of Near Infrared Spectroscopy Measurements with the Surface Roughness of Wood[J]. BioResources, 2015, 10(4): 6953-6960.

- [52] LUNDGREN N, HAGMAN O, JOHANSSON J. Predicting moisture content and density distribution of Scots pine by microwave scanning of sawn timber II: Evaluation of models generated on a pixel level[J]. Journal of Wood Science, 2006.
- [53] SCHRAML R, HOFBAUER H, PETUTSCHNIGG A, et al. Tree Log Identification Based on Digital Cross-Section Images of Log Ends Using Fingerprint and Iris Recognition Methods[G]. in: Journal of Mathematical Imaging and Vision: vol. 47: 1-2. 2015: 752-765.
- [54] KAMAL K, QAYYUM R, MATHAVAN S, et al. Wood defects classification using laws texture energy measures and supervised learning approach[J]. Advanced Engineering Informatics, 2017, 34(2): 125-135.
- [55] FAHRUROZI A, MADENDA S, Ernastuti, et al. Wood Texture Features Extraction by Using GLCM Combined with Various Edge Detection Methods[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2016, 725(1).
- [56] SCHRAML R, UHL A. Similarity Based Cross-Section Segmentation in Rough Log End Images[J], 2014: 614-623.
- [57] HIREMATH P S, BHUSNURMATH R A. PT US CR[J]. Pattern Recognition Letters, 2017.
- [58] YADAV A R, ANAND R S, DEWAL M L, et al. Optik Gaussian image pyramid based texture features for classification of microscopic images of hardwood species[J]. Optik - International Journal for Light and Electron Optics, 2015, 126(24): 5570-5578.
- [59] YONGHUA X, JIN-CONG W. Study on the identification of the wood surface defects based on texture features[J]. Optik, 2015, 126(19): 2231-2235.
- [60] 乔梦吉, 陈柏旭, 符韵林. 基于 DNA 条形码技术的楠属和润楠属 5 种木材的识别[J]. 基因组学与应用生物学, 2018, 37(9): 4013-4021.
- [61] 伏建国, 刘金良, 杨晓军, 等. 进口黄檀属木材 DNA 提取与分子鉴定方法初步研究[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(4): 627-632.
- [62] 余敏, 张浩, 刘盛全. 降香黄檀木材 DNA 提取及 rDNA-ITS 序列条形码分子鉴定[J]. 林产化学与工业, 2014, 34(5): 103-108.
- [63] TSUCHIKAWA S, KOBORI H. A review of recent application of near infrared spectroscopy to wood science and technology[J]. Journal of Wood Science, 2015, 61(3): 213-220.
- [64] KOBORI H, GORRETTA N, RABATEL G, et al. Applicability of Vis-NIR hyperspectral imaging for monitoring wood moisture content (MC)[J]. Holzforschung, 2013, 67(3): 307-314.

- [65] YUCE B, MASTROCINQUE E, PACKIANATHER M S, et al. Neural network design and feature selection using principal component analysis and Taguchi method for identifying wood veneer defects[J]. Production and Manufacturing Research, 2014, 2(1): 291-308.
- [66] HONGBO M, DAWEI Q. Pattern recognition of wood defects types based on Hu invariant moments[C]. in: Proceedings of the 2009 2nd International Congress on Image and Signal Processing, CISPO9: 09006. 2009.
- [67] PONGPIACHAN S. A preliminary study of using polycyclic aromatic hydrocarbons as chemical tracers for traceability in soybean products[J]. Food Control, 2015, 47: 392-400.
- [68] YUSOF R, ROSLI N R, KHALID M. Tropical wood species recognition based on Gabor filter[J]. Proceedings of the 2009 2nd International Congress on Image and Signal Processing, CISP'09, 2009.
- [69] KARAMI E, PRASAD S, SHEHATA M. Image Matching Using SIFT, SURF, BRIEF and ORB: Performance Comparison for Distorted Images[J]., 2017. arXiv: [1710.02726](https://arxiv.org/abs/1710.02726).
- [70] RUBLEE E, RABAUD V, KONOLIGE K, et al. ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF[C]. in: 2011 International Conference on Computer Vision. IEEE, 2011: 2564-2571.

二、研究方案

1. 研究内容、研究目标及拟解决的关键问题

1.1 研究内容

大果紫檀 *Pterocarpus macrocarpus*、刺猬紫檀 *Pterocarpus erinaceus*、巴里黄檀 *Dalbergia bariensis*、奥氏黄檀 *Dalbergia oliveri* 是云南地区常见的四种珍贵木材，这些木材属于 CITES 公约中珍稀保护物种，在海关进口和市场交易中数量都比较大。传统的木材鉴定方法速度慢，效率低，不适用大批量的木材进出口检验和木材交易。虽然木材区块链技术可以记录木材的生产和流通的信息，但是数据和实物很难建立唯一的对应关系，因此需要研究新的技术解决木材区块链中的确权问题。

本研究拟以这四种木材为研究对象，研究木材区块链中木材确权的一些关键问题，为木材区块链的应用提供理论和技术指导。其中涉及的研究内容包括：

1) 木材溯源区块链确权同一性技术研究

拟通过木材切面的生物特征与实体建立一一对应的关系，实现木材实体的唯一标识技术。拍摄木材切面图像，利用构造特征提取算法计算特征码存入区块链中，验证时再次获取指定位置的图像，计算特征码和区块链中的特征码进行比对，实现木材身份认证。

2) 不同树种切面构造特征的分析研究

在不同树种样本的三个切面采集图像，指定采集区域的物理尺寸，利用不同类型的相机分别采集。研究不同采集设备与纹理构造特征提取之间的关系。采用图像特征提取算法 SIFT、SURF、ORB 算法提取图像中的特征点、利用特征点匹配算法对图像进行匹配。利用配对关系计算图像之间的变换参数，变换后的图像进行模板匹配。

2) 基于构造特征的识别机理研究

通过木材纹理构造特征识别的研究，深入研究木材特征识别算法。对木材特征识别算法的局限性和应用基础进行阐述，解释利用图像纹理识别木材的基础性和必要性条件，为木材的溯源和追踪系统提供支持。

1.2 研究目标

- 1). 建立一种木材区块链确权模型。拟根据木材的切面纹理构造特征识别木材个体，
- 2). 对根据木材生物纹理特征识别木材的机理进行研究。获得应用该方法的科学、可行的基础性和必要性条件，为木材的溯源和追踪奠定基础。

1.3 需要解决的科学问题

1) 木材生物特征识别技术和区块链技术融合

区块链可以记录木材的交易和流通信息，但是不能保证数字数据和实物的一一对应。木材生物特征是木材固有的特性，很难被复制、迁移和篡改。这两者结合可以实现线上数据和线下数据一致，实现木材区块链溯源系统的高可信性。

2) 材料性质变异和环境差异引起的特征匹配问题

木材在砍伐后，切面纹理的颜色会随着水分的蒸发和木质素的氧化发生变化。在木材砍伐后不同的时间内获取的额木材切面图像，其纹理特征的颜色会呈现出差别，有些木材在水分蒸发的过程中还会产生开裂、变形等现象，这些会影响图像特征提取的结果。本课题将对不同条件下的特征点进行分类，提取相对稳定的特征点作为木材追踪和溯源的特征。

3) 木材纹理特征唯一性的问题

木材在流通过程中，不同的工作人员采集时的方向，角度都可能不一致。本课题研究不同采集方式下，特征匹配的计算问题。

2. 拟采用的研究方法、技术路线、实验方案及可行性分析

2.1. 拟采用的研究方法

1) 样本采集与制备

拟采集云南地区常见的 4 种珍稀木材（大果紫檀、小叶紫檀、巴里黄檀、奥氏黄檀）为研究对象。加工成具有横切面、弦切面的样本。样本的切面使用不同类型的砂纸打磨、抛光，使用工具清楚横切面中导管中的堵塞物。为每个样本做好标记，便于后期验证使用。

2) 图像采集

图像采集的面积为 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ ，每种样本分别使用不同类型的相机进行拍照采集照片，同一位置，相机旋转不同的角度进行拍照采集，为研究旋转对识别的影响提供图像资料。

3) 木材生物特征提取

分别使用 SIFT、SURF、ORB、BRIDGE 算法提取图像中的特征点，对比分析不同算子提取的特征点与木材生物特征之间的关系；分析不同旋转角度下各个算法与特征提取算法之间的关系。为后期选择合适的特征提取算法提供理论依据。

4) 特征匹配

传统的特征点匹配算法按照欧式距离计算多维数据进行相似度，相同位置使用不同角度、设备采集到的图片会存在差异。拟利用匹配点之间的位置信息拟合图像之间的仿射变换参数，进而计算图像之间的匹配度。

5) 算法验证

利用 10 折交叉验证法对样本数据进行验证，计算每一种特征提取算法与识别正确率之间的关系。把所有的树种随机分为 10 等份，每次取其中的 9 份为训练样本，另外一份为测试样本，依次选择第 1、2、3.....10 份为测试集，其它的为训练集。最后去平均正确率和方差作为衡量标准评价算法的性能。

6) 木材区块链中确权技术研究

通过研究木材生物特征与识别之间的关系，研究缩放、旋转、采集设备对特征提取的影响。深入研究不同生物特征与特征提取算法之间的关系，对特征提取算法、匹配算法与木材个体识别之间的机理和应用条件进行研究和阐述，为木材溯源系统提供理论支持。

2.2. 技术路线

技术路线如图11所示。

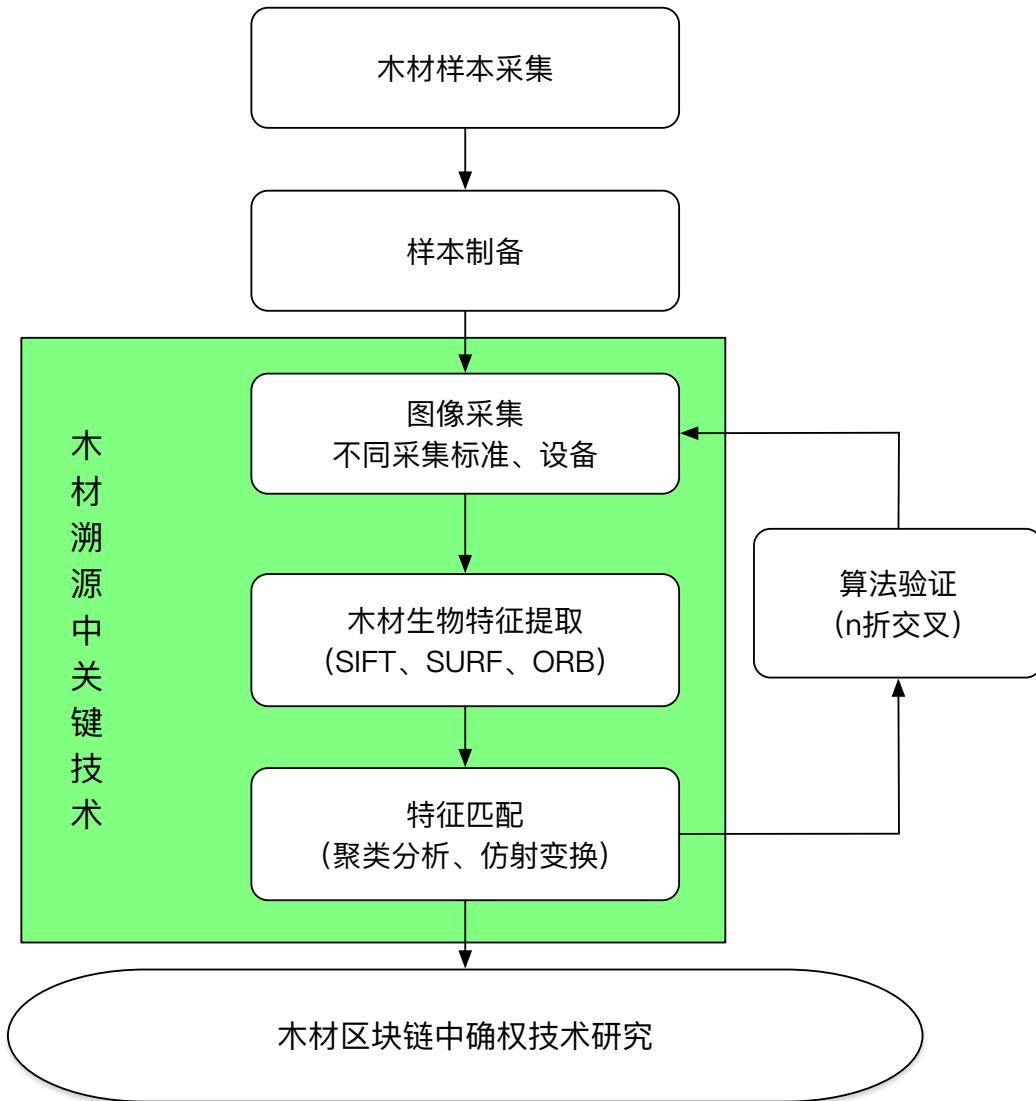


图 11: 技术路线图

2.3. 实验方案及可行性分析

研究中涉及到的技术方案，申请者都具有较为完备的基础，具备可行性。

木材区块链中的确权技术研究主要研究如何识别木材个体，以便和区块链中的数据进行唯一的关联，本项目拟利用数字图像处理技术，提取木材图像的生物特征，计算木材的生物指纹来识别木材个体。申请人在近几年中发表了与图像特征提取相关的论文共计 5 篇，其中被 EI 检索的 2 篇。发表数据特征提取相关论文 1 篇（北大核心期刊）。

申请者参加了木材特征识别的项目（09960/215691 东南亚进境主要木材鉴别智能辅助识别系统），负责图像识别算法。项目中积累的经验可以本课题的开展提供技术支持。

前期实验

选择图像技术进行木材的构造特征识别。利用 20X 的放大镜获取木材横切面的图像，提取木材切面中的特征点，利用匹配算法计算两幅图像之间的相似度，依据相似度识别不同的木材个体。

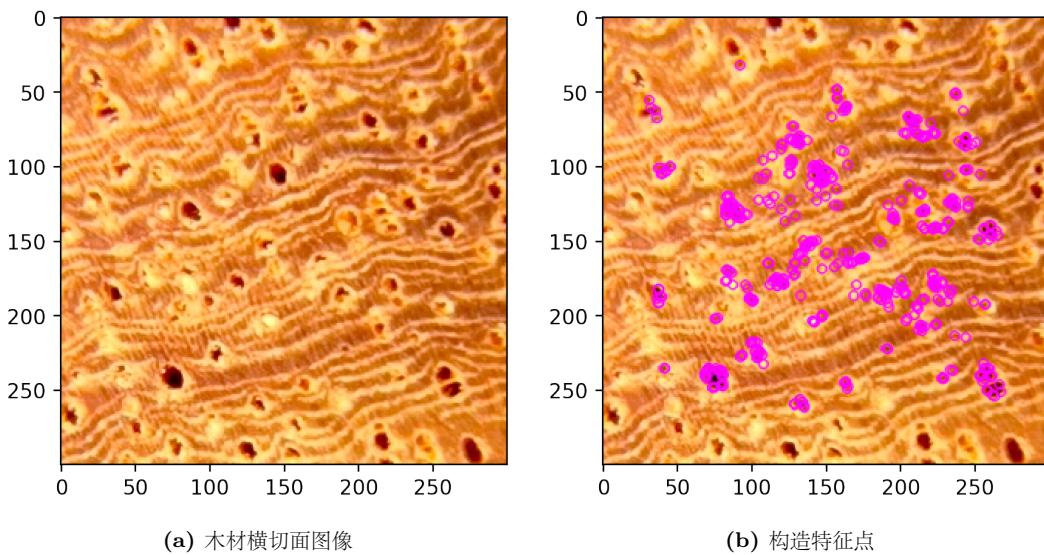


图 12: 木材横截面特征

图像采集时，在木材的横切面中选择一个特定的区域作为木材的指纹区域，同一指纹区域使用不同的相机采集图片，两张图片之间的旋转角度为 90 度，利用构造特征提取算法提取到的图像特征如图12所示。图12b中选择的特征点都是导管的位置，每一个特征点由 32 个特征值组成，这些特征值从该导管周围的木射线，年轮的颜色和分布特征中提取，因此具有区域唯一特性。

在实验中，同一指纹区域进行特征比配时，效果如图13所示。图中左右两侧是同一区域的图片，使用不同角度拍摄的图像。利用项目组的特征算法一个提取了 486 个特征点，其中 178 个特征点成功匹配，说明这两张图片来自同一个体。图14中左右两侧的图像是来自不同样品的图像，使用特征匹配算法计算后匹配的特征点的数据是 0，说明这两张图片来自不同的个体。

为了验证算法的可信度，选择了 21 种云南地区常见的珍贵木材。样本分别来自 4 个不同的家具工厂。利用该算法对木材图片进行测试的结果如表4所示，其中奥氏黄檀等木材的识别率为 100%，木葵豆、云南榧和云南红豆杉的识别正确率分别是：89%，89%，95%。虽然其试验中有几种木材的识别率没有达到 100%，但是实验中涉及的与研究相同的四种木材的识别率都达到了 100%。

这个实验结果表明：(1) 图像特征提取算法可以提取木材切面中的导管位置，(2) 特征提取算法具有选择不变的特征，(3) 特征算法作为木材指纹识别木材。(4) 这个算法适合本研究中涉及的木材材种。

表 4: 木材图像测试结果

木材种类	图片数量	图像说明	识别正确率
奥氏黄檀 <i>Dalbergia oliveri</i> 巴里黄檀 <i>Dalbergia bariensis</i> 大果紫檀 <i>Pterocarpus macrocarpus</i> 非洲崖豆 <i>Millettia laurentii</i> 黑黄檀 <i>Dalbergia fusca</i> 小叶紫檀 <i>Pterocarpus santalinus</i> 交趾黄檀 <i>Dalbergia cochinchinensis</i> 毛榄仁 <i>Terminalia tomentosa</i> 千果榄仁 <i>Terminalia myriocarpa</i> 铁刀木 <i>Cassia siamea</i> 铁力木 <i>Mesua ferrea</i> 禾杉 <i>Taiwania flousiana</i> 乌木 <i>Diospyros ebenum Koenig</i> 蜈木 <i>Excentrodendron hsienmu</i> 香樟 <i>Cinnamomum czmphora</i> 印度紫檀 <i>Pterocarpus indicus</i> 印茄 <i>Intsia.spp</i> 榆木 <i>Tectona grandis</i>	1028	横切面	100%
木葵豆 <i>Xylia dolabriformis</i>	54	横切面	98%
云南红豆杉 <i>Taxus yunnanensis</i>	44	横切面	95%
花梨木 <i>Pseudocydonia spp</i>	7	弦切面	100%

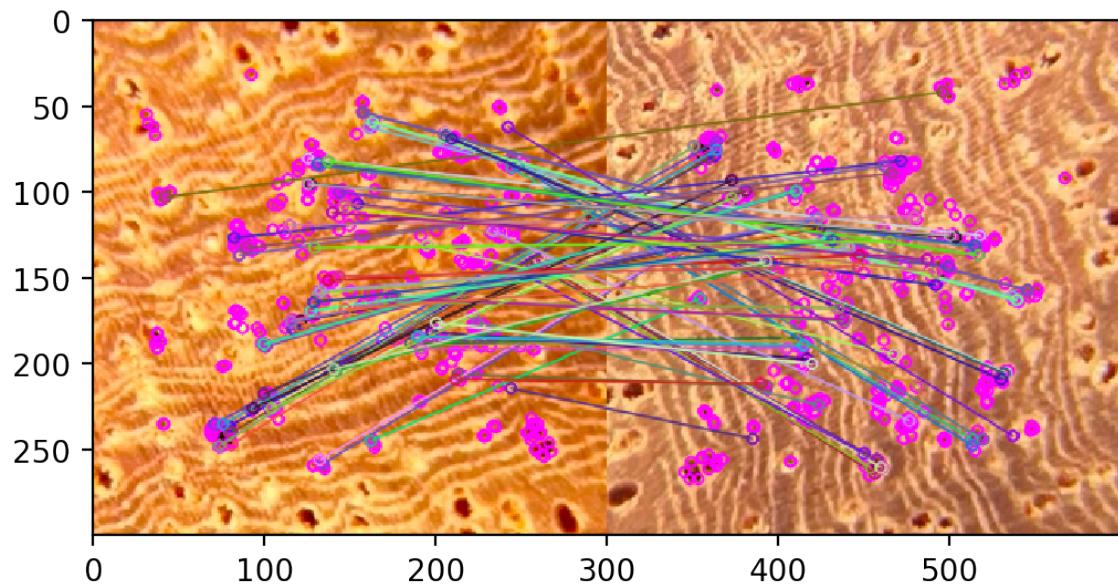


图 13: 相同区域图像变换前后特征匹配: 成功

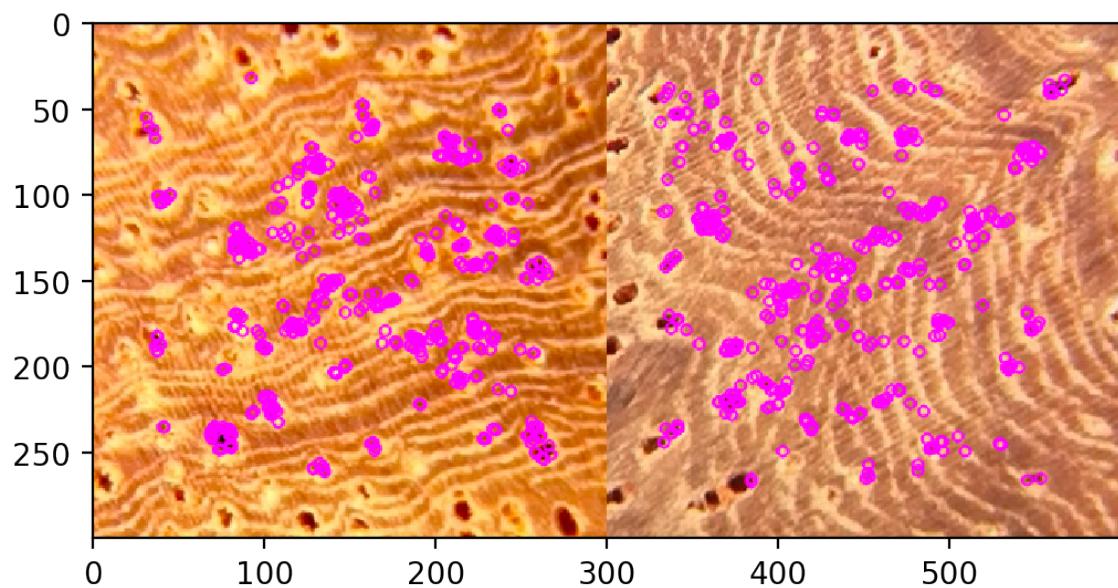


图 14: 不同木材图像特征匹配: 不成功

同一性的数据基础

实验中使用 ORB 算法^[69, 70] 提取图像的特征点，每一个特征点有 32 个数据组成，每个数据都是 8 个比特的长度，可以表示数有 $2^8 = 256$ 个，32 个特征点的组合有 256^{32} 种，如果选择 10 个特征作为识别个体的标准，则每一个个体的特征的可能的组合数为 $(256^{32})^5$ ，如果木块的截面积 $1cm \times 1cm$ ，则地球表面（表面积大约是 1.4894 亿平方千米¹）每平方米可以的木块数量约为 1.7×10^{19} 个。在 5 个特点的条件下，出现可能的几率极小约为 $1/(1.7 \times 10^{19})$

表 5：特征点数目与表示范围

特征点数目	表示范围	木材数量(根)/平方米
5	$(2^8 * 32)^5$	1.7×10^{19}
6	$(2^8 * 32)^6$	1.7×10^{20}
10	$(2^8 * 32)^{10}$	1.7×10^{24}

* 计算依据：地球陆地表面积 1.4894 亿平方千米，木块的尺寸 $1cm \times 1cm$.

在近几年的研究中，人们尝试了不同的生物特征用来识别木材，也证明了利用生物特征识别木材的可行性^[30, 53-59]。申请者的实验也证明了利用木材构造特征识别木材的可行性。

从以上的实验结果中发现，利用图像的构造特征可以区分不同的木材个体，选择合适的匹配阈值可以实现准确的个体识别。在区块链技术中可以利用该方法实现木材实体和数字数据的身份关联，为木材区块链的推广提供技术支持。

3. 本研究的特色与创新之处

1) 生物指纹特征提取算法创新

利用木材切面图像作为研究对象，利用特征提取算法提取木材的生物特征用来区分木材个体。算法需要克服光照、水份等因素对图像的影响，提取稳定的图像特征。在算法上具有一定的创新性。

2) 结合区块链技术具有应用创新

在传统的木材溯源系统中，外置的木材标签容易脱落，在流通的过程中也容易被调换或者复制，无法确保标签与实物的一一对应关系。本研究为木材实物与数字标签的唯一对应提供技术支持，为木材区块链的应用提供技术支持。

¹<https://baike.baidu.com/item/地球/6431>

4. 研究计划及预期研究结果

- 2019.9~2019.12 收集资料，整理木材生物特征、图像特征提取、特征点匹配算法相关资料，发表综述性论文
- 2020.1~2020.6 模型设计、特征点提取算法测试、匹配算法设计、识别正确率测试、发表相关技术论文，其中 SCI, 1 篇
- 2020.6~2020.12 撰写毕业论文，发表学术文章。

三、研究基础

1. 已参加过的相关研究工作和已取得的研究工作进展

1. 已发表图像处理相关论文 5 篇，其中被 EI 检索 2 篇；发表数据分类论文 1 篇（北大中文核心期刊）。
2. 参加学校与濒危动植物保护办公室合作项目（09960/215691 东南亚进境主要木材鉴别智能辅助识别系统），为研究积累了相关技术和数据资源。

2. 已具备的实验条件，尚缺少的实验条件和拟解决的途径

1) 实验计算设备已具备

图像特征提取所有的计算资源可以利用学校阿里云系统实现，木材的图像可以存储在学校的 OSS 服务器上。

2) 实验样本资源部分具备

学校标本馆中馆藏有部分研究使用的木材样本，可以为本项目的开展提供数据来源。

3. 研究经费预算和经费落实情况

参加学校与濒危动植物保护办公室合作项目（09960/215691 东南亚进境主要木材鉴别智能辅助识别系统），合同金额 19.15 万元已经到账。

四、导师对开题报告的评价

(就博士生对国外研究现状的了解情况、研究内容、研究方法、预期成果等方面予以评价)

本文以木材结构特征为研究对象，以区块链技术为载体，研究一种从木材构造图像中提取特征的方法，实现木材个体标识功能。研究内容与专业相关，与新技术相关，拟解决木材溯源系统中的实体与数据脱节的问题，提高木材溯源系统的可信度，为木材溯源的推广和应用提供技术支持和解决方案。

开题报告整理和分析了国内外的相关研究进展，对现有技术的优缺点进行了详细阐述，前期文献整理工作充分。研究结合计算机图像算法、特征提取算法、统计验证等方法对标识技术的可行性和鲁棒性进行分析，研究方法科学合理。开展了相关的预实验，对算法的可行性进行了实验验证，工作基础扎实、方案可行。

同意开题。

导师签字：

年 月 日

五、开题报告小组评议意见

组成	姓名	职称	工作单位	本人签字
组长				
成员				

开题报告小组评议意见（如选择项请划√）

(1) 论文选题有无理论和实践意义	<input type="checkbox"/> 选题具有很强的理论意义和实用价值 <input type="checkbox"/> 选题具有较强的理论意义和实用价值 <input type="checkbox"/> 选题缺乏理论意义和实用价值
(2) 文献阅读是否全面反映与研究课题相关的现状和发展趋势	<input type="checkbox"/> 文献综述全面阐述该研究方向的现状和发展动态 <input type="checkbox"/> 文献综述基本跟踪该研究方向的现状和发展动态 <input type="checkbox"/> 综述一般，未达到上述标准

(3) 研究方案是否可行	<input type="checkbox"/> 可行 <input type="checkbox"/> 基本可行 <input type="checkbox"/> 不可行
(4) 有何特色和创新之处	<input type="checkbox"/> 具有很强的创新性 <input type="checkbox"/> 具有一定的创新性 <input type="checkbox"/> 创新性不明显
(5) 研究生的研究基础、实验和经费条件是否适合本选题的研究	<input type="checkbox"/> 适合 <input type="checkbox"/> 基本适合 <input type="checkbox"/> 不适合
(6) 不足之处和需改进的方面	
(7) 其他方面	
开题报告结果（请划√） <input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过	

六、学科审查意见

学科对开题报告的意见:

学科负责人签字:

年 月 日

七、学院审查意见

学院对开题报告的意见:

主管（副）院长签字:

年 月 日

西南林业大学研究生院制