

跨越时空的对话

——构建基于 IIIF-IIP 语义标注平台的书画记忆链

李 惠^{1,2}, 陈 涛^{1*}, 单蓉蓉³

(1. 上海图书馆 (上海科学技术情报研究所), 上海 200031;

2. 南京大学 信息管理学院, 南京 210093; 3. 上海大学 图书情报档案系, 上海 200444)

摘 要: [目的 / 意义]近年来, 国内高校和研究机构纷纷使用国际图像互操作框架来呈现古代书画, 但基于题跋标注的知识发现仍为数不多。通过题跋分析书画的传承轨迹, 既可纵览中国书画史, 也可以深入到个案, 对于推进传统研究有相当的意义。[方法 / 过程]因此论文基于已构建的沉浸式交互平台 IIIF-IIP, 提出书画记忆链模型, 结合已标注的题跋、印章、人物和关联数据信息, 可视化地呈现书画中的隐含人物传承关系, 就网络中的重要人物、网络的同配性以及题跋内容上开展分析。[结果 / 结论]论文以李白的《上阳台帖》和韩干的《照夜白图》为具体案例, 构建书画记忆链网络, 加以史料佐证, 说明该模型在书画研究中的有效性和可应用性, 不仅为下一步扩大数据规模的历时书画史研究奠定基础, 而且为相关领域研究提供新的线索和思路。

关键词: IIIF-IIP; 古代书画; 书画记忆链; 人物关系; 知识发现; 数字人文

中图分类号: G250

文献标识码: A

文章编号: 1002-1248 (2020) 09-0015-07

引用本文: 李惠, 陈涛, 单蓉蓉. 跨越时空的对话——构建基于 IIIF-IIP 语义标注平台的书画记忆链[J]. 农业图书情报学报, 2020, 32(9): 15-21.

Conversations across Time and Space: Constructing Memory Chains of Calligraphies and Paintings on the Basis of IIIF-IIP Platform

LI Hui^{1,2}, CHEN Tao^{1*}, SHAN Rongrong³

(1. Shanghai Library/Institute of Scientific & Technical Information of Shanghai, Shanghai 200031; 2. School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210093; 3. Department of Library, Information and Archives, Shanghai University, Shanghai 200031)

Abstract: [Objectives/Significances] Recently, Chinese colleges and research institutes have begun to use international image interactive framework to present Chinese calligraphies and paintings. But few knowledge discoveries

收稿日期: 2020-06-12

基金项目: 上海市超级博士后项目“数字人文中名人档案知识网络的深度建模和多维分析”; 国家社会科学基金项目“数字人文中图像文本资源的语义化建设与开放图谱构建研究”(19BTQ024)

作者简介: 李惠 (1987-), 女, 理学博士, 研究方向为数字人文、社会网络。单蓉蓉 (1987-), 女, 博士研究生, 研究方向为数字人文

***通信作者:** 陈涛 (1981-), 男, 工学博士, 高级工程师, 研究方向为知识图谱、关联数据, E-mail: tchen@libnet.sh.cn

are based on the historic inscriptions and colophons of Chinese calligraphies and paintings, also known as Tibas. Analyzing the historical trace of continuous inheritance via Tibas, we can not only browse China's history of calligraphies and paintings, but also delve into the individual cases, which are of significance of promotion of traditional research. [Methodology/Procedures] This paper proposes a memory chain model of calligraphies and paintings with the combination of IIIF-Immersing Interaction Platform (IIIF-IIP). We leverage the Tibas' annotations, seals, and historic figures, as well as external linked data repositories, in order to visualize the latent associations of calligraphies and paintings and analyze the important figures, network assortativity and contents of Tibas. [Results/Conclusions] The experimental results show the effectiveness and applicability of the proposed models, which can not only lay a foundation of the further research into Chinese calligraphies and paintings with more data, but also provide new clues and views in the related studies.

Keywords: IIIF-IIP; historic calligraphy and painting; memory chains of calligraphy and painting; personal relations; knowledge discovery; digital humanities

1 引言

清代段玉裁《说文解字注》^[1]里将题解释为“額也”，引申为“凡居前之称”；将跋释为“蹟也”，引申为“近人题跋字，题者标其前，跋者系其后也”。《现代汉语词典》^[2]将题跋定义为“写在书籍、字画等前后的文字，‘题’指写在前面的，‘跋’指写在后面的，内容多为品评、鉴赏、考订、记事等”。书画题跋历史悠久，源头可追溯到唐代甚至六朝，宋代之后正式定型并繁盛^[3]。书画题跋可分为作者的题跋和他人（如收藏者、鉴赏者等）的题跋。他人的题跋，一般包括题名（观款）、诗文题跋、标题、签题、引首书等^[4]。收藏者和鉴赏者在书画上留下的题跋，记录了对书画的观感，说明了藏品的流传轨迹，丰富了艺术作品所携带的历史色彩，对分析书画的意境、评判书画的价值、以及鉴别书画的真伪都起到重要的作用。

2014年，美国斯坦福大学STUART等^[5]提出国际图像互操作框架（International Image Interoperability Framework，简称IIIF），旨在组建图书馆、博物馆、档案馆、非营利非商业的组织和其他研究机构的大型社群，致力于图像的传输和不同平台之间交换和共享数据。IIIF定义了一系列应用程序接口（Application

Programming Interfaces，简称API），为用户提供浏览、比较、使用和标注图像的体验（<https://iiif.io/>），是IIIF技术框架的核心构成部分。

随着IIIF框架的改进、技术的提升，功能的完善，其使用群体正逐步扩大^[6]。国内近年来，上海图书馆、复旦大学、华东师范大学等高校和研究机构都纷纷尝试使用IIIF来呈现图像资源。纵观全球，对于IIIF的应用和研究大多数都是针对于资源的发布，而基于语义标注的知识发现则为数不多。本文基于团队已创建的IIIF-Immersing Interaction Platform（IIIF-IIP）沉浸式交互平台（<http://www.usources.cn/sas/>），结合标注的人物、题跋、印章和关联数据信息，从动态的维度，定义书画资源的记忆链模型，该模型不局限于文本的年代和语言，可以运用于大规模的书画题跋文本上。通过观察艺术品的传承过程，跟踪书画长卷的衍生轨迹，旨在纵观中国书画史的同时可开展个案分析，为相关研究的知识发现提供新的研究视角。

2 相关研究

IIIF的API包括图像（Image）API、呈现（Presentation）API、检索（Search）API和认证（Authentication）API。图像API只用于提供展示的图

像元素, 呈现 API 提供与图像有关的元数据信息, 其中包括不同图像之间的关联、图像内部元素结构及相关标注等。用户使用标注功能, 可以在共享图像上添加注释, 注释的形式, 除文本外, 还可添加音频视频等多媒体内容^[7]。

2015 年 6 月由 IIIF 组织发起在英国牛津成立的 IIIF 资源整合发布平台联盟 IIIF-C, 其成员来自各大国际组织和高校, 目前在全世界已有 40 多个成员单位, 如大英图书馆、法国国家图书馆、哈佛大学图书馆等。它们的主要任务是基于 IIIF 框架, 整合发布来自各类机构资源典藏单位的数字图像资源, 而依托 IIIF 和关联数据构建的展示平台, 关于图像语义信息知识发现, 尚为数不多。日本开放数据人文中心利用 IIIF 技术, 2018 年发布 IIIF Curation 平台, 推出“容貌收集”app^[8], 该应用可以对各类图像资源中的人脸部分进行提取和再分析; 同年, 台湾中央研究院数位人文研究平台, 结合字符识别、关联数据和 IIIF^[9], 为研究者提供上传共享、文本相似检测等工具。

国内关于题跋的研究多是从美学、艺术学、历史学、文学、古典文献学、语言文字学等角度, 对题跋的定义、内容、艺术价值、学术价值等方面开展研究。而从计算机角度分析书画, 主要侧重于图像分类、图像识别和图像生成等领域, 对书画题跋类文字的内在联系和书画的传承轨迹, 研究较少。在语义标注领域, 王晓光等对敦煌壁画图像的主题开展深度语义标注^[10], 并提出叙事型图像语义标注模型^[11], 但壁画的题跋尚不多见, 且名人书画大多不存在连续叙事特征, 故不适宜迁移。

3 研究方法

书画上历代文人雅士或者君主的题跋, 与原作品共同呈现于同一长卷, 提升了原作品的历史价值和艺术成就, 构成独特的历史文化记忆。本节首先定义书画记忆链模型, 设定网络度量方法, 然后介绍如何通过 IIIF-IIP 平台关联人物信息, 呈现书画流传过程中经历的人物驿站。

3.1 模型构建

本文将书画记忆链模型定义为重边的有向图 $G=(V,E)$, 其中节点集合 $V \in P$ 代表所有在书画上留有印章、题跋或文字的人物集合, 每个人物 $p \in P$ 由 id、正式的姓名、别名、和其他例如朝代、性别、职业、小传等描述性的属性组成。边集合 $E \subseteq V_p \times V_p$ 代表节点之间的关系, 如果一幅画从人物 i 流传到人物 j 收藏, 那么书画收藏网络中就存在一条从 i 到 j 的有向边。书画的名称 $c \subseteq C$ 、收藏者在书画上留下的文字, 即字序列 $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, 以及题款的日期, 作为边的属性赋予每条边 $\{(d, t, \dots, c, \{w_1, w_2, \dots, w_n\}) \mid d \in N, t \in T, \dots, c \in C, \dots, w \in W\}$ 。为了区分相同的人物之间可能存在的多条边, 即多幅艺术品的题跋或印章, 用字母 d 来表示每条边的 id。

书画记忆链模型可以帮助抽取和分析题跋、书画和人物之间的关系。由于语料获得渠道和规模的限制, 本文侧重于题跋与人物之间的关系, 并采用同配性和中介中心性的网络度量方法, 帮助找到网络中的中心人物以及人物之间的共性特征。

中介中心性 (Betweenness Centrality)。中介中心性代表了节点在网络中所起到的媒介或者桥梁作用^[12], 是对该节点影响力的评价指标^[13]。给定节点的中介中心性, 一般计算为该节点到其他所有节点最短路径平均值的倒数。中介中心性越高, 该节点对其他节点之间信息传递的控制力越强。给定节点 i 的中介中心性可以计算为:

$$B_c(i) := \sum_{u \in V, v \in V} \frac{|u, i, v|}{|u, v|} \quad (1)$$

其中 $|u, v|$ 表示节点 u 和 v 之间最短路径的数量, $|u, i, v|$ 指代 u 和 v 之间最短路径其中包含 i 的数量。同配性 (Assortativity), 也被称为社会相似性 (Social Similarity), 代表网络中相互连接的节点之间的相似程度^[14]。同配性越高, 说明网络中的节点倾向于和属性相似的节点相互连接。网络的同配性通常是根据节点属性展开计算, 通常可以分为两种^[15], 一种是分类标签的属性, 如颜色、形状、性别等; 另一种是数值型

的属性。论文主要基于分类标签的属性开展计算。给定邻接矩阵 A ，有向图 G 的同配性可以计算为：

$$Assort(G) := \frac{1}{m} \sum A_{ij} \delta(t(i), t(j)) \quad (2)$$

m 代表图 G 的边数， $t(v_i)$ 和 $t(v_j)$ 代表节点 i 和节点 j 的分类标签属性。 $\delta(t(i), t(j))$ 即克罗内克函数，当 $t(v_i) = t(v_j)$ ，函数值为 1，反之为 0。本文设计用上述两种方法，度量书画记忆链网络，旨在回答下述问题：①网络中的重要节点（人物）是收藏家、鉴赏家、或者艺术家，还是名不见经传的小人物；②创作题和跋的古人是否具有相同的特质，比如相似的职业。与此同时，本文将书画记忆链模型整合入团队研发的 IIIF-IIP 平台，以可视化的时间线，向研究者展现书画的传承过程。

3.2 平台整合

团队已构建的 IIIF-IIP 沉浸式交互平台，实现了机构自持图像资源、网络 IIIF 清单资源和网络 IIIF 图像资源之间，按照 IIIF 的呈现 API 要求和标准进行图像资源的重组。IIIF-IIP 平台从“元数据注入”“对象内容抄入”和“语义增强引入”3 个层面对图像资源进行深度标注。依据 IIIF 和关联数据的标准和要求建立，支持多种格式图像资源的在线分享、复用、发布、语义标注等功能。

图中阐述的主要流程如图 1 所示：①对于不同格式的私有资源，可以通过 IIIF-IIP 生成符合 IIIF 交互标

准的图像资源；对于已经按照 IIIF 标准公开的藏品资源，可以在 IIIF-IIP 中建立各自的索引数据。②私有资源和公开藏品资源在 IIIF-IIP 中进行图像资源的重新组织，形成新的藏品清单，并根据需要对新的藏品进行语义标注和分享。图像组织和语义标注相辅相成，两者都基于关联数据的思想 and 标准，实现了资源和内容的开放和共享。标注后的内容为书画记忆链模型提供了内容来源和数据支持。③在此基础上，整合关联数据、书画记忆链模型以及相关度量方法，展开分析并呈现可视化效果。本平台一方面从关联人物知识库中获取信息，并佐证记忆链网络中挖掘的隐含人物关系；另一方面，并将书画记忆链的时间信息制成时间轴，可视化地展示书画传承的轨迹。

4 实验分析

由于开放可获取的数字化题跋文本资源较匮乏，本文选取两幅书画做案例分析，旨在以小见大，抛砖引玉。韩干的《照夜白图》是中国艺术中最广为人知的骏马图之一（<https://www.metmuseum.org/zh/art/collection/search/39901>），尺幅不大，共计 17 人题跋。《上阳台帖》是李白所书自咏四言诗，是李白唯一传世的书法真迹（https://new.shuge.org/view/shang_yang_tai_tie/），共有 8 人题跋。

本次实验使用 SPARQL 语句查询题跋者在中国历代人物传记库（CBDB，<https://projects.iq.harvard.edu/chinese/cbdb/home>）、上海图书馆人名规范库（<http://names.library.sh.cn/mrgf/home/index>）等知识库中如朝代、职业等相关信息。本文将人物的职业信息总分为 5 类：一是书画家；二是学者（包含文学家、诗人、学术机构科研人员等）；三是行政官员；四是皇帝；五是身份不详。本次实验，基于不同种类的职业信息，计算网络中节点的同配性，观察网络的节点共性。

关于题跋的时间顺序，本文结合题跋中已有的时间信息及相关作者的朝代生卒信息，做如下设定。

(1) 若题跋中有具体的时间信息，如“乾隆丙寅仲冬”将其转换为标准时间，精确到年。

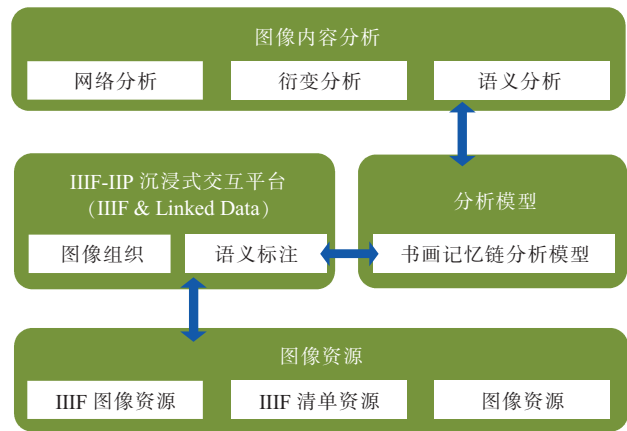


图 1 IIIF-IIP 沉浸式交互平台的工作流程

(2) 若题跋没有时间信息,但在人物知识库可以查询到作者的生卒年,取出生年加作者寿命的一半作为题跋时间,精确到年。若只能查询到出生或死亡年,取出生或死亡时间,精确到年。

(3) 若人物知识库和题跋均无时间信息,但可以确定作者的朝代信息,取该朝代的最后一年作为题跋时间。

(4) 若人物的年份出现重叠,按照姓名字母顺序设定在网络中的时间次序。

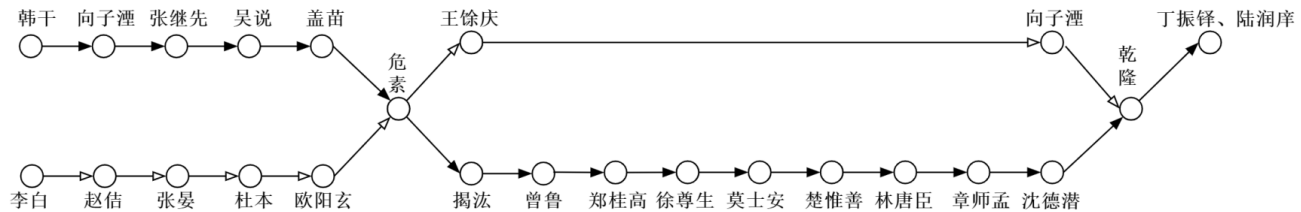
(5) 若作者无法确定任何时间信息,题跋时间设定为 NA,网络中代表作者的节点为该书画记忆链最后一环。

根据上文描述的数据和参数设置,本次实验建立书画记忆链网络,如图 2 所示,网络中共有两条记忆链,并存在两个节点(“危素”和“乾隆”)交集,同配性和中介中心性的计算结果如表 1 所示,虽然乾隆皇帝是两幅图的交集人物,且所留题跋数量较多,但是根据中介中心性的结果来看,网络中的中心人物却是危素。危素是元末明初的一位学者和书法家,明代陶宗仪的《书史会要》^[16]曾云:“危素文藻敏赡,善楷书,有释智永及虞永兴之典则。”危素在很多书画上都留下题跋之作^[17],比如赵孟頫的《秀石疏林图卷》、陆柬之的《文赋》和任仁发的《张果老见明皇图卷》等。危素的题跋不仅为这些书画增色,也有助于对其书画成就和对元末明初的文学文化研究开展深入研究,但后世研究者对其关注并不多,研究成果比较少^[18]。

从基于职业信息的同配性计算结果来看,《照夜白图》的同配性高于《上阳台帖》,换言之,《照夜白图》相同职业的题跋者较多且传承性也较好,这也许是因为《照夜白图》的题跋者数量比《上阳台帖》多一倍,且题跋者的职业为学者的较多。与此同时,本次实验根据人物所书为题或跋,做了分类标注,结果表明题者皇帝居多,如宋徽宗赵佶和清高宗乾隆,这是由于这两幅画皆长期收藏于皇宫,没有君王的批准,普通臣子没有机会接触这些书画,也不敢随意题字。

从题跋的内容上看,一类是“到此一游”的观感,如“金華王徐庆获观于同里陈达氏京师寓舍”“绍兴戊午芑林向子諲同观于凝香阁”“宣统庚戌冬日丁振铎、陆润庠同敬观”等;一类是关于书画真假的评论,多来自书法家和学者,如“南唐押署所识物多真”“我今始识真龙图”“干也天机有真迹”等;一类是诗词歌赋,可能是基于书画的有感而发,可能也并无太多关联,如清高宗乾隆帝的大部分题跋。

基于书画记忆链网络模型,本文结合 IIIF-IIP 沉浸式交互平台,呈现可视化的书画记忆链(《照夜白图》和《上阳台帖》的平台展示链接 <http://www.usources.cn/sas/timeliner.jsp> 和 http://www.usources.cn/sas/timeliner_syt.jsp)。如图 3 所示,根据时间信息,以朝代为主序,由古至今,展示由创作者、题跋者和印章者共同构成的时间链。这条时间链说明此画千年来流转有序,

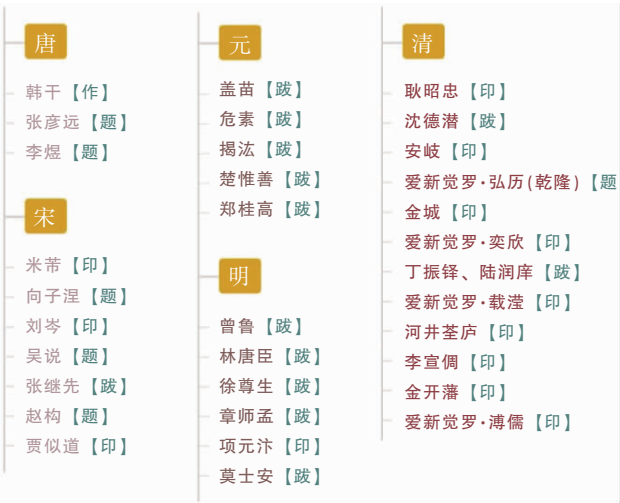


注:本文用实心 and 空心箭头区分两条记忆链

图 2 基于《照夜白图》和《上阳台帖》构建的书画记忆链网络

表 1 基于题跋文本的书画记忆链网络的同配性和中介中心性

作品	职业同配性	题跋同配性	中介中心性
《照夜白图》	0.03	-0.22	---
《上阳台帖》	-0.20	-0.23	---
网络整体	0.03	-0.23	危素、揭傒、曾鲁



注：随着朝代的更迭，人物名称的颜色逐渐变浓，点击人物姓名可以显示相关的题跋信息以及人物简介

图 3 《照夜白图》的书画记忆链可视化呈现

被米芾、危素等名家欣赏过、揣摩过，留下可见可感的印章或题跋，对后世影响深远，每一个传承环节都值得细细分析。除此之外，IIIF-IIP 平台也关联了 CBDB 的人物关系信息，如图 4 所示，杜本、危素、欧阳玄等题跋者可能互相之间并不认识或者未曾接触，但通过同一幅画，他们之间的时间和空间距离被拉近了，

并将已有的人物关系数据可视化展现，佐证书画记忆链模型的有效性和可应用性。

5 结 论

中国书画中的题跋，同时也是书法创作，不仅自身的书法线条可以和画面表现相得益彰，而且文字的意境深化了该书画所要表达的主题^[19]，因而俗语有云“三分画七分题”“无题不成画”等，最终促成了诗书画各艺术形式的融合一体^[20]。本文基于团队构建的 IIIF-IIP 沉浸式交互平台，结合题跋文本、印章印记和关联知识库中的相关人物信息，定义书画资源的记忆链模型，观察中国古代书画特有的的文化传播方式，定位历史上知名的传承者，并利用平台呈现“代代相传”的书画记忆链。下一步的工作内容如下。

(1) 扩大数据规模，形成历时的中国古代书画记忆链网络。由于数据渠道和规模的限制，本文只能就书画个例来开展研究，但本文提出的网络模型，不局限于文本的年代和语言，可以运用于大规模的书画题跋文本上。下一步会尽力去获取更多的数据，旨在发

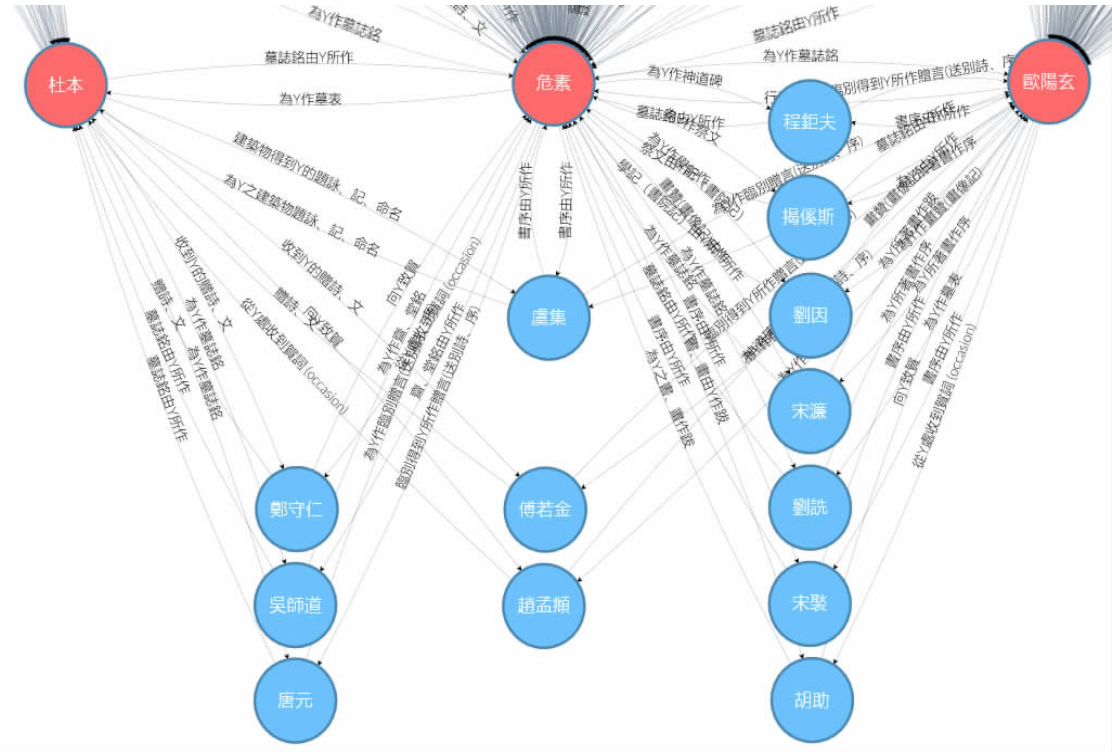


图 4 书画相关人物在 CBDB 中的关系信息举例

现网络中的特色主题和特定模式。

(2) 基于书画记忆链网络, 将发现的人物关系与其他已构建的古代人物关系网络整合, 旨在构建中国古代社会的学者网络。目前就特定历史时期特定领域的人物网络研究已有不少, 但多数都为独立研究, 相互之间并未有交叉分析或是融合构想。下一步希望可以将碎片化的古代人物关系网络, 整合在一起, 求同存异, 为古文献的知识发现提供新的研究视角。

(3) 将字符识别 (OCR) 的相关算法嵌入平台, 智能地去标记书画的文字信息。目前 IIIF-IIP 仍是通过人工标注的方法, 标注题跋印章等信息, 但古代书画印章层叠, 题跋连篇, 完全依靠人工, 成本较高时间周期较长。下一步希望将现有成熟的字符识别算法, 引入平台, 自动标记印章题跋等信息, 辅助文化遗产领域的相关研究。

参考文献:

- [1] 许慎撰, 段玉裁, 注. 说文解字注[EB/OL]. [2020-05-30]. <https://ctext.org/wiki.pl?if=gb&res=528853&remap=gb>.
- [2] 中国社会科学院语言研究所词典编辑室编. 现代汉语词典 (第7版)[M]. 北京: 商务印书馆, 2018: 1286.
- [3] 朱迎平. 宋代题跋文的勃兴及其文化意蕴[J]. 文学遗产, 2000 (4): 84-93, 143-144.
- [4] 徐邦达. 再谈古书画鉴别——款、印、题跋及其对古书画的鉴定作用[J]. 故宫博物院院刊, 1979(3): 77-84, 2.
- [5] SNYDMAN S, SANDERSON R, CRAMER T. The international image interoperability framework(IIIF): A community & technology approach for web-based images[C]. Archiving conference, 2015.
- [6] 福島幸宏, 原田隆史, 李颖. 图书馆珍贵资料的开放数据化建设——以京都府图书馆藏明治时期以来旅游指南的数字化项目为例[J]. 图书馆杂志, 2020, 39(4): 113-118.
- [7] 张轶. 国际图像互操作框架及其应用分析[J]. 数字图书馆论坛, 2019(5): 42-49.
- [8] 顔貌コレクション (顔コレ) | 人文学オープンデータ共同利用センター[EB/OL]. [2020-05-30]. <http://codh.rois.ac.jp/face/>.
- [9] 數位人文研究平台[EB/OL]. [2020-05-30]. <http://dh.ascdc.sinica.edu.tw/member/index.html>.
- [10] 王晓光, 徐雷, 李纲. 敦煌壁画数字图像语义描述方法研究[J]. 中国图书馆学报, 2014, 40(1): 50-59.
- [11] 徐雷, 王晓光. 叙事型图像语义标注模型研究[J]. 中国图书馆学报, 2017, 43(5): 70-83.
- [12] 袁康, 汤超颖, 李美智, 等. 导师合著网络对博士生科研产出的影响[J]. 管理评论, 2016, 28(9): 228-237.
- [13] NEWMAN M E J. Scientific collaboration networks II: Shortest paths, weighted networks, and centrality[J]. Physical review e, 2001(64).
- [14] ZAFARANI R, ABBASI M A, LIU H. Social media mining: An introduction[M]. Cambridge university press, 2014: 261-267.
- [15] NEWMAN M E J. Assortative mixing in networks [J]. Physical review letters, 2002, 89: 208701.
- [16] 陶宗义. 书史会要[EB/OL]. [2020-05-30]. <https://ctext.org/wiki.pl?if=gb&res=666839&remap=gb>.
- [17] 戴维, 张湘涛. 湖南历代文化世家: 浏阳欧阳氏卷[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2010.
- [18] 温世亮. 危素行年略述[J]. 中国典籍与文化论丛, 2017(10): 171-188.
- [19] 戴曜. 从吴门四家看明后期山水画审美风格的变化[J]. 美术教育研究, 2018(2): 22-23.
- [20] 俞剑华. 《中国古代画论类编》[M]. 北京: 人民美术出版社, 2000: 1069.