공무국외출장 결과보고서

「해외 자료보존기관 보존·복원 기술 조사 및 협의」 출장 결과보고서

2019. 11.

국립중앙도서관

목 차

Ⅰ. 출장개요

1. 목 적 ····· 1
2. 기 간 ····· 1
3. 대상국가 및 방문기관 ····· 1
4. 출장자 및 역할 ····· 2

Ⅱ. 출장내용

1. 단층촬영(3D) 복원기술 및 개발 현황 조사 ····· 3
2. 베네치아 국립기록보존소 보존·복원기술 협의 ····· 8
3. 그리스국립도서관 보존·복원기술 협의 ····· 13
4. 그리스 대사관 업무 협의 ····· 19
5. 비잔틴박물관 보존·복원기술 협의 ····· 20

Ⅲ. 시사점 및 향후계획

1. 시사점 ····· 24
2. 향후계획 ····· 25

붙임 : 관련논문 1부 ····· 26

Ⅰ 출장개요

1. 목 적

ㅇ 훼손된 자료의 내용(글, 이미지 등)판독하기 위한 단층촬영 기술 조사

- 심한 훼손으로 인하여 펼칠 수 없는 자료의 내용을 단층 방사선 촬영으로 내용 판독 가능한 기술 조사

ㅇ AI 접목한 고문헌 문자인식 및 번역 프로그램 현황 조사

- 머신러닝을 접목한 고문헌(예; 초서체)의 문자인식 알고리즘 개발 참조
- 인식된 문자를 문장으로 구성하고 한글 번역 프로그램 개발 참조

ㅇ 한국·그리스도서관 간 한국자료 보급 및 교류 협력 방안 협의

- 그리스도서관내 한국 도서·자료(멀티미디어 자료 포함) 보급, 전시회, 세미나 개최 등 협의

ㅇ 해외 도서관 및 기록관 등 유관 기관과 전통복원재료(한지 등) 보급 및 복원기술 교류 방안 협의

- 베네치아 국립기록보존소, 그리스 국립도서관, 비잔틴 박물관 등 우리나라 고문헌 영인본, 한지, 풀 등의 보급 및 기술 교류 협의

2. 기 간

ㅇ 2019. 10. 27.(일) ~ 11. 3.(일) (6박 8일)

3. 대상국가 및 방문기관

국가(도시)	방문기관 및 주요 면담자
이탈리아 (베네치아)	- Edizioni Ca 'Foscari(카포스카리대학교) / Dorit Raines - Archivio di stato(국립기록보존소) / Andrea Erboso
그리스 (아테네)	- National Library of Greece(그리스국립도서관) / Filippos Tsimpoflou(관장), Evi Stenfani(보좌관) - 주 그리스 대한민국 대사관 / 임수석(대사), 윤다솔(3등서기관) - Byzantine & Christian Museum(비잔틴박물관) / 관장 및 보존팀장

4. 출장자 및 역할

출장자	소속 및 직급	역 할
김상욱	기획연수부 / 일반직 고위공무원(부장)	ㅇ 베네치아 기록보존소 보존·복원 기술 책임관 면담 ㅇ 그리스 국립도서관장 및 그리스 한국대사관 면담
이귀복	자료보존연구센터 / 학예연구관(센터장)	ㅇ 훼손된 자료의 단층촬영(3D) 방법 및 복원 기술 협의 ㅇ 도서관, 기록원 및 대학들과 연계한 복원기술연구 개발 현황 논의
박소연	자료보존연구센터 / 학예연구사	ㅇ 훼손된 자료의 보존·복원 기술 조사 ㅇ 그리스 국립도서관 보존시설 및 보존·복원 기술 조사
이정효	고문헌과 / 학예연구사	ㅇ 훼손 고문헌 보존·복원 기술 조사 ㅇ 그리스 국립도서관 고문헌 디지털화 기술 현황 조사

II	출장내용

1. 단층촬영(3D) 복원기술 및 개발 현황 조사

1.1. 개발 담당자

○ 베네치아 Ca' Foscari 대학교 Dorit Raines 교수(https://www.unive.it/)

사진	연 락 처
	+39 041 234 5653 e-mail : raines@unive.it
	Universita Ca Foscari, Venezia Malcanton Marcora Dorsoduro 3486/D - 30123(VE)

- 베네치아 카 포스카리 대학 도서관 시스템 회장
- École des Hautes Etudes en Sciences Sociales에서 역사학 박사 학위를 받았으며 주로 도서관, 서적 및 기록 보관소가 주요 단체, 특히 베네치아 가문의 사회 및 문화 형성에 미치는 영향에 관심
- 도서관의 역사, 기록 보관 및 문서의 역사 및 보관 강의
- Edizioni Ca 'Foscari의 "고고학, 문헌, 고서 학 연구컬렉션" 의 공동 편집자로 활동

1.2. 개발 배경(베네치아 타임머신 프로젝트)

○ 2012년에 EPFL과 베네치아 카포스카리(Ca'Foscari)대학교에서 시작, 베네치아 국립 기록 보존소, 마르시아나 도서관, 인스 티 투트 베네토 및 시니 재단 등 참여

○ 베네치아 타임머신 프로젝트는 현재 READ(archival 문서 인식 및 보강) 유럽 einfrastructure 프로젝트, SNF 프로젝트 링크드북 및 ANR-SNF 프로젝트 GAWS의 지원을 받고 수행

○ 국제 이사회에는 스탠포드, 콜롬비아, 프린스턴 및 옥스포드의 저명한 학자들이 참여, Lombard Odier Foundation은 2014년 예산 파트너로 Venice Time Machine 프로젝트에 참여

1.3. 개발 목적

- ㅇ 베네치아 기록보존관의 중세 필사본, 고문서 등은 스캐닝 기기로 고해상도 디지털 이미지로 변환하고 있으며, 자료들의 여러 유형(종이, 잉크, 두께, 특히 훼손정도)에 따라 사용할 수 있는 스캐닝 기기와 속도에 영향을 줌
- ㅇ 일반 자료들은 EPFL은 산업계와 협력하여 시간당 약 1,000페이지를 디지털화 할 수 있는 반자동 로봇 스캔 장치를 개발
- ㅇ 훼손이 심각하여 펼칠 수 없는 자료들은 디지털화에 어려움이 있어 새로운 방법(기술)을 개발, 현재 EPFL에서 연구 개발하고 있는 다른 방법은 페이지를 전혀 넘기지 않고 책을 스캔(입자 가속기에 의해 생성 된 싱크로트론 방사선을 사용)

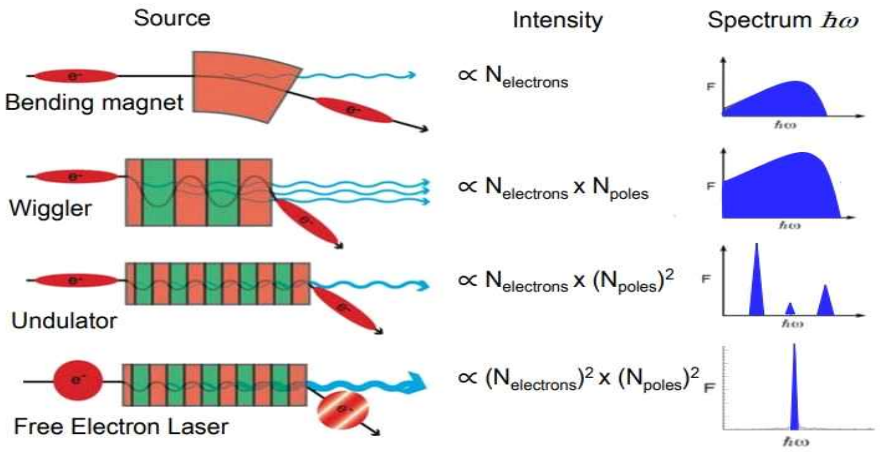
1.4. 단층촬영에 사용된 Synchrotron 방사선

- ㅇ 단층촬영은 Synchrotron 방사선(X-ray)을 투과하여 종이 단면의 잉크를 감지하고 이미지를 판독
  - Synchrotron 방사선은 일반 X-ray에 비교하여 투과성, 정확성, 확장성, 적용성이 매우 뛰어나 의료 영상촬영 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 훼손된 문서를 펼치지 않고 투과하여 내용을 판독하는데 적용
- ㅇ 베네치아 기록물(필사본)에 사용된 잉크는 1799~1820년 이전에는 철(Fe)성분이 함유 : 철성분이 함유된 잉크는 Synchrotron 방사선에 쉽게 감지되어 이미지 촬영 가능
  - 본 개발에서 사용된 Synchrotron 방사선은 한국의 기술로 시험하였으며 그 결과 두께 5cm까지 투과 가능

※ Synchrotron 방사선(X-ray)

전하를 가진 입자가 가속운동을 하면서 원운동 궤적의 접선 방향으로 강한 전자기파를 발생시키고 이를 Synchrotron Radiation이라 한다.

Synchrotron Radiation을 X-ray 광원으로 쓰는 경우 일반적인 Lab 용 X-ray Tube에 비해 가장 큰 장점은 광원으로서의 X-ray 밝기가 작게는 수만배에서 수백만 배 크다는 것이다. 광원이 강할수록 분석의 정확성, 확장성, 적용성 등 많은 강점을 가진다. Free Electron Laser를 이용하여 Laser와 같은 특성을 갖는 X-ray를 만들 수 있다.



○ 철 성분이 없는 1820년대 이후 자료에 대해서는 향후 기술 개발이 필요

1.5. 현재 문제점 및 과제

○ 책의 두께가 5cm 이상은 투과하지 못함

○ 낱장상태, 평평한 경우 인식가능하나, 훼손으로 인해 책의 형태가 휘어져 있거나, 종이의 접힘, 눌러 붙은 경우 등 페이지별 인식률이 떨어짐

○ 책이 말려있는 부분은 정확하게 인식 못함

○ 단층촬영→ 컴퓨터 인식→ 이미지를 텍스트화로 인식할 수 있게 하는 연구를 하고 있음(사람이 인식할 수 있게 이미지화를 통해서 유의미한 정도의 인식이 가능하지만 인식률이 높지 않아 기술 개발 중)

1.6. 질의응답 내용

Q: 1~100페이지 각 페이지별로 인식가능한지?
A: 기술적으로 가능하게 개발 중, 결과는 아직, 긍정적으로 보고 있고, 현재 컴퓨터공학으로 정보프로그램을 기술적으로 가능하게 개발 중이다.

Q: 첫 페이지부터 마지막페이지까지 투과율이 일정한지?
A: 일정하다.

Q: 양면도 가능한지?
A: 가능하다. 이때 문제점으로 손글씨로 된 책의 종이가 비칠(투명한 상태) 경우에는 앞면과 뒷면의 모두 다 이미지를 판독할 수 없다.

Q: 잉크성분과 인식율의 관계는?
A: 서양에서 1600년대 말에 잉크성분이 뭔지 못 찾고 있다. Iron Gall Ink(철성분이 함유된 잉크) 성분은 아닐 것이라 생각한다. 현재 잉크성분을 분석하고 있다. 동양에서는 잉크성분에 따라 인식 가능, 불가능 할 수 있다. 동양잉크에는 철성분이 함유된 잉크가 없을 수 있다. 식물성 성분으로 된 잉크는 분석이 어렵다.

Q: 필사본이 아닌 출판(인쇄)된 자료의 잉크와 인식률은?
A: 출판물을 자외선, 적외선 분석 및 여러 가지로 촬영해서 봤는데 출판물 자체에서는 단층촬영을 할 수 없다. 왜냐하면 출판물은 잉크량이 매우 적고, 종이와 잉크성분이 같은 경우 못 읽은 경우가 있다. 출판물의 잉크 성분을 분석하기 위해 샘플을 구해서 분석해야 하는데 샘플링 하기 어렵다.

Q: 한국 고서를 테스트 하고 싶은데, 가능 한가?
A: 너무 좋다. 볼로냐 대학 연결 가능하다.

Q: 단층촬영이 가능한 장비는 어디에 있으며 촬영은 어디서 하는지?
A: 볼로냐 대학 교수님이 Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN; 국립원자력 물리학 연구소)가서 촬영했으며, 보호장비가 필요하다. 장비를 소형화 시키는 작업은 언제부터 시작한지는 모르겠지만 연구를 시작했기 때문에 좋은 결과 있을 것이라 생각한다.

1.7. 베네치아 프로젝트의 단층촬영(3D) 문자인식 기술 현황 및 특징

- ㅇ 베네치아 프로젝트에서의 단층촬영(3D)을 통한 문자인식은 사람의 눈으로 식별이 가능한 정도로 인식되고 있음
- ㅇ 자료의 훼손이 거의 없는 도서는 문자인식이 가능하나 훼손 정도에 따라 인식이 불가능하며 현재 이 문제를 해결하기 위해 노력
- ㅇ 문자인식의 중요한 요소가 되는 잉크의 성분(철)에 따라서 판독의 결과가 달라질 수 있으며, 현 단층촬영으로 가능한 방사선 투과의 두께는 약 5cm로 그 이상의 두꺼운 기록물은 아직 불가능

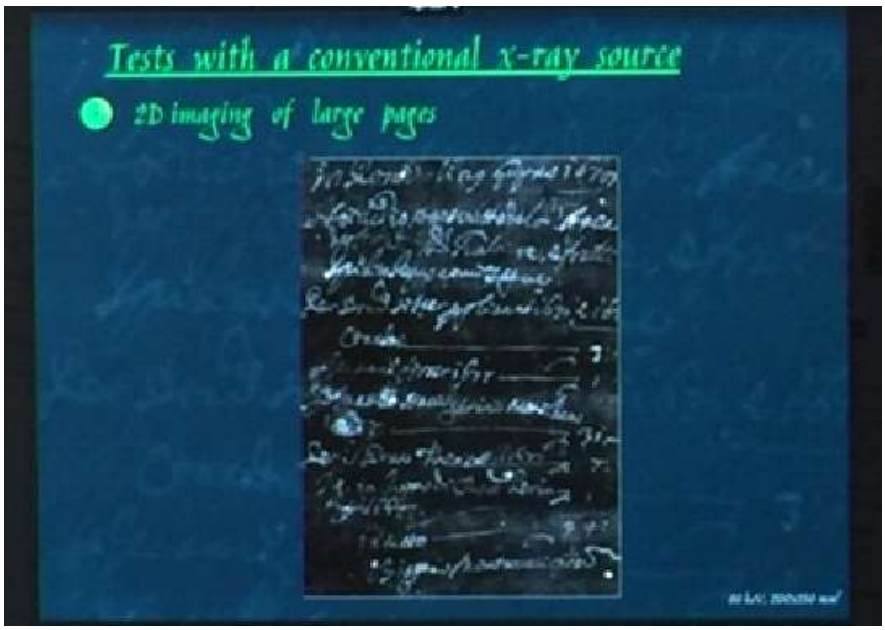


그림 1. 베네치아 프로젝트 단층촬영(3D) 테스트

- ㅇ 손으로 쓴 문서(필사본)의 그래픽 복잡성과 다양성으로 문자인식은 어려운 문제, 이미지를 가능한 단어로 변환 할 수 있는 새로운 알고리즘을 개발
  - 이미지는 잠재적으로 단어를 나타내는 하위 이미지로 자동 분류,

각 하위 이미지는 다른 하위 이미지와 비교되며 특징이 있는 단어의 모양에 따라 분류

- 새로운 단어가 전사 될 때마다 수백만 개의 다른 단어가 데이터베이스에서 인식

○ 이탈리아의 경우 고대 언어(문자)와 현재의 문자 체계에 변화가 적어 번역프로그램을 사용하지 않음

2. 베네치아 국립기록보존소 보존·복원기술 협의

2.1. 일반현황

○ 주요 면담자

사 진		연 락 처
	Gianni Penzo Doria 베네치아 국립기록보존소 소장	Ministero per i beni e le attività culturali (문화부) Archivio di Stato – Venezia San Polo, 3002 – 30125 VE Tel. 0415222281 – Fax 0415229220
	Govanni Caniato 기록문서 보존팀장	
	Andrea Erboso 프로젝트 담당자	

○ 연혁

- 베네치아 국립기록보존소는 1815년 오스트리아 정부가 베네치아를 지배하면서 Veneto General Archive라는 이름으로 설립
- 중세부터 20세기까지 필사본 문서를 80km의 서가에 소장: 출생 등록 및 사망 증명서, 세금 명세서, 지도 및 도시 계획 설계에 이르기까지 수천 년이 넘는 행정 문서들이 보관

- 베네치아 행정 문서의 다양성, 정확성은 서구 역사에서 매우 독특하며, 중심적인 기록보존소 역할
- 베네치아 타임머신 프로젝트에 선정된 이유는 1200년대부터 20세기까지 시대별 기록 문서들이 가장 잘 보관 되어 있기 때문

2.2 보존·복원 현황

ㅇ 서고현황

- 총 4층 건물로 360개의 서고(방)가 있으며, 2005년~2008년 3년 동안 서고시설을 열 강화 방화시설로 교체, 목재 서가에서 철재 서가로 모두 교체하고 제소 페인트를 칠해 120분 동안 열에 견딜 수 있게 설계

베네치아 국립기록보존소 서고(성책문서)

베네치아 국립기록보존소 서고(낱장문서)

- 건물에는 별도의 냉·난방기가 설치되어있지 않으나 건물자체가 온·습도 유지 가능
- 외부기관에 전시 대출 할 경우 상대습도 RH 50~60%, 조도 50Lux 이하상태로 유지시켜줌

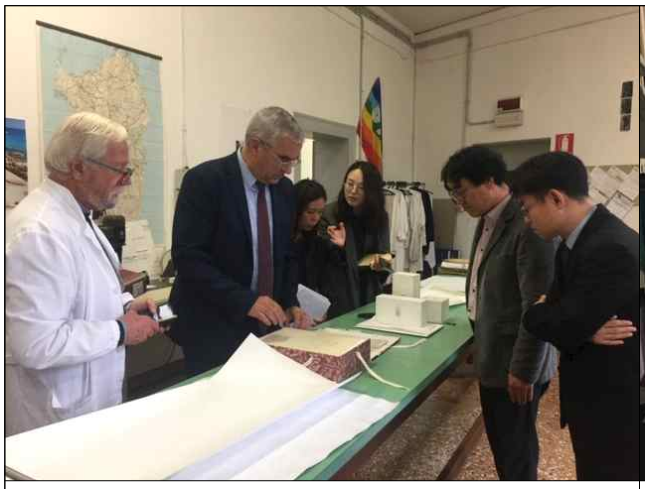
ㅇ 자료 재질 특성

- 내용의 중요도에 따라 종이와 양피지로 구분하여 책을 제작: 행정법이나 법령에 관한 책은 그 당시 정부가 굉장히 중요한 정보라 여겼기 때문에 양질의 양피지와 잉크를 사용

- 의회에서 결정된 최종 사항은 양피지에 기록했고, 안건으로 올라오는 자료는 종이에 기록, 문서가 모이면 한 장 한 장 꼬챙이로 끼워 놓은 후 모여지면 제본
- 1640년에 제작된 색인 자료로 책의 겉표지는 나무로, 본문지는 양피지를 사용, 법령에 대한 색인 자료로서 문자와 그림 등이 화려하게 채색되어 있으며, 쉽게 찾을 수 있음

ㅇ 자료복원

- 15년 전에 복원전문가 1명 근무, 현재 복원전문가는 없고 보조인력 2명 근무, 외부기관에 전시대여시에 복원까지 해주는 것을 조건으로 하여 복원작업을 대체하고 있음
- 낱장자료는 두루마리 형태로 말아 보관하는데 용이하며, 중성지로 한번 싸서 보관



베네치아 국립기록보존소 복원방법 설명

베네치아 국립기록보존소 스캔작업

- 원래 있던 형태를 유지하는 것을 기본으로 함: 원래 접혀있던 양피지, 이미 굽어져 있던 모양이라 그 모양 그대로 보관
- 훼손이 심하거나 침수된 자료는 열람을 할 수 없으며, 열람할 수 없도록 보존상자로 봉해 보존
- 종이 자료는 밀가루처럼 반죽을 써서 풀을 메겨 복원, 책 모서리부분에 나무나 금속으로 보강해서 해지지 않게 처리
- 텍스트 파일로 변환하여 서비스 용도로 활용

ㅇ 특이점

- 외교문서 베네치아 대사들이 전 세계 나라에서 기록한 문서는 전부 암호코드, 번역본이 밀봉, 번역본이 없다면 읽을 수 없음 (문서의 보안 유지에 철저함)

ㅇ 현재 문제점

- 현재 베네치아 국립기록보존소 자료 관리의 문제점은 기록의 종류(주제)에 따라 연구자의 열람 빈도가 큰 차이를 보인다는 점: 화폐제조소 관련된 책은 열람이 거의 없는데, 바다, 항해, 무역 관련된 책은 열람이 매우 많음, 열람 빈도에 따라 훼손 여부가 달려 있고 환경의 문제보다 인위적 손상 더 큰 문제임(마이크로필름으로 되지 않은 자료들은 원본 열람 가능)

2.3. 질의응답 내용

Q: 오래된 종이자료는 오래 보관하려면 디지털화 해야 될 것 같은데 현재 하고 있는지?
A: 50년 전부터 마이크로필름으로 촬영하고 있고, 2002년부터 디지털화하고 있다. 현재 진행하는 중이고, 상당히 많은 양 약 80TB, 전체의 0.04%진행하였다. 현재 디지털화 담당은 1명, 하루에 300~400장 작업한다. 베니스 타임머신 같은 프로젝트 재정이 들어오면 외부기술자들이 6개월 정도 많은 작업을 하게 된다.
베니스 타임머신 프로젝트에서 가장 첫 번째 시작한 분야는 재정서류들이다. 그 당시 시대상을 이해하는데 굉장히 도움이 되기 때문에 1514~1594년 사이 자료를 샘플로 시작하였다.

Q: 디지털화의 우선 위가 있는가?
A: 서류상 중요한 것, 시급성이 있는 자료를 먼저 하고 있다.

Q: 여기 전체 소장하고 있는 페이지는 어느 정도 인가?
A: 알 수 없다. 책 한권이 300~700페이지 가량 된다. 한 가지 예를 들면 한권의 책에 들어있는 200,000개의 디자인이 있다. 디자인은 지적도나 그림을 말한다. 이 책 한권을 아날로그 방식으로 4,000페이지, 디지털화로 하면 3,000페이지가 나온다.

Q: 여기 기록보존소에는 3D 스캔 기술은 없는가?
A: 몇 년 전에 스위스 로잔 공과대학에 자료를 보냈는데 아주 조금 읽는 정도고 아직 실험단계이다.

Q: 원본자료와 디지털한 후의 디지털파일 관리방법에 대한 정책이 있나?
A: 베네치아 국립기록보존소는 이탈리아에서도 거의 선두주자에 속하고 있다. 디지털 보존과 원본을 영구적으로 보존하는 것이 의무이다. 디지털 파일은 오래가지 못하기 때문에 계속해서 마이그레이션 하는 것이다. 여길 포함해서 3군데 저장 하는 곳이 있다. 오히려 파일과 원본, 두 가지 보존해야 하니깐 더 할 일이 많아졌다.

Q: 종이가 구겨진 경우 스캔 시 보정을 하나?
A: 스캔하면 종이 구겨지거나 굴곡 된 곳은 안보이고 평평하게 보인다.

Q: 텍스트로 변환하지 않으면 안에 내용을 찾을 수 없는데 어떻게 하나?
A: 일부가 주석을 따로 옮겨 적는다. 자동변환은 안 된다. 원문이 필기체로 경우(글씨체가 다를 경우) 컴퓨터에서 인식이 불가능하다.

3. 그리스국립도서관 보존 · 복원기술 협의

3.1. 일반현황

ㅇ 위치 및 연락처

- 주 소: Pisistratou, Athina 104 45 Greece(www.nlg.gr)
- 위 치: Stavros Niarchos Foundation Cultural Center
- 연락처: +30 21 6809 1000

ㅇ 1832년 5월 15일 그리스 최초의 공공도서관으로 건립, 1834년 아테네로 옮겨졌고, 수도에 위치한 교회와 성당 등의 건물을 빌려 사용

ㅇ 1842년 아테네대학 도서관 장서 1만 5,000권을 소장

ㅇ 1903년 독립 기관으로서 전용 건물을 완공, 아테네대학교, 아테네 학술원과 함께 19세기 말에 지어진 아테네 신고전주의 건축 3대 걸작품으로 평가

ㅇ 부족한 공간 문제를 해결하기 위해 2012년부터 팔레론 만(Phaleron Bay)에 경마장 부지를 활용하여 새 도서관을 건설 시작 2016년 완공

ㅇ 이후 2018년에 팔레론 만 델타의 스타브로스 니아코스 재단 문화센터(Stavros Niarchos Foundation Cultural Center)로 국립도서관을 이전, 오페라하우스와 녹지공간이 어우러진 국립도서관 탄생

ㅇ 70만점의 자료를 이전하는 비용은 489,800유로였으며, 새로운 SNFCC 주택에 NLG이전 사업을 지원하기 위해 그리스 교육, 연구 및 종교부가 발행한 5,414,000유로의 자본 보조금으로 전액 지원

ㅇ 내부 2층에서 5층으로 3층은 보존 장소로 사용, 지상에서 2층 일부에는 어린이와 청소년을 위한 자료로 구성, 일부자료 대출 서비스

그리스국립도서관 전경

그리스국립도서관 내부

3.2. 소장자료

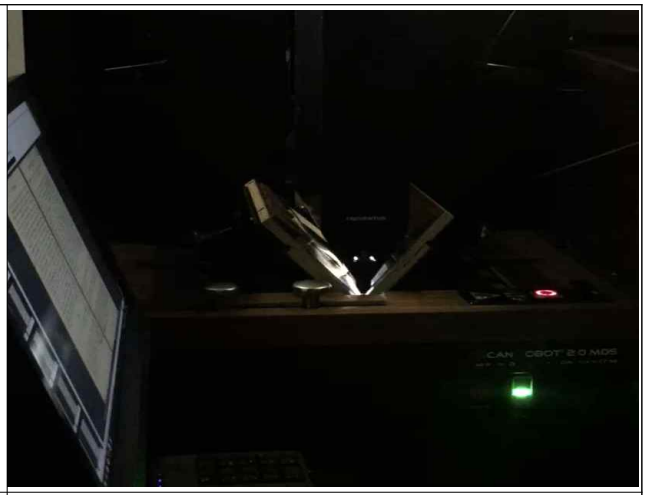
- ㅇ 그리스의 문화적인 자료들을 수집, 개발, 정리, 서술 및 보존하는 역할을 통해 그리스 문화와 국민의 지적 활동을 서비스
- ㅇ 도서와 신문, 지도, 세계 각 나라의 언어로 된 필사본을 비롯해 1400년 전의 그리스어 신약성서 필사본과 채식 사본, 진귀한 초판본 등 소장(귀중본은 4개의 서고에 나누어 보관)
- ㅇ 종이 및 양피지로 제작된 세계 최대의 필사본 컬렉션 5,500여 점 보유 (비잔틴 음악 필사본, 라틴 이탈리아, 프랑스, 아랍지역의 필사본 포함)
- ㅇ 황금문서(Chrysobulls)[1]와 그리스 독립 전쟁에 관한 자료를 비롯하여 15세기 이후의 진귀한 작품 1,500권을 소장

그리스국립도서관 소장 고문헌(양피지 필사본)

1) 신성 로마 황제에 의해 발행 된 법령으로, 원래 법령에 첨부 된 황금 인장을 위해 만들어졌지만 전체 법령에 적용

3.3. 디지털 자료 서비스 및 디지털화 작업

- ㅇ 그리스 국립도서관은 9세기부터 20세기까지의 필사본 자료들을 수집: 호메로스시대부터 비잔틴 제국, 그 이후 시대의 필사본까지 다양한 자료소장
- ㅇ 일부 필사본을 디지털화하여 'Digital Collections'에서 도서관이 소장하고 있는 필사본 중 약 610여 점, 논문 중 5점 및 공동 소장 필사본 약 80여 점을 온라인으로 제공
- ㅇ 현 도서관으로 이관되기 전부터 디지털화 수행
- ㅇ 디지털화를 위해 V스캐너, 평판스캐너, 카메라 등 다양한 장비 활용

<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>그리스국립도서관 고서 스캔</td><td>그리스국립도서관 V스캐너</td></tr>
</table>

- ㅇ 책의 재질 및 훼손 정도에 따라 소요되는 시간이 달라 연간 디지털화 작업량을 정해놓고 있지 않음
- ㅇ 'E-Fimeris' (신문 디지털 컬렉션) : 신문 디지털화 프로젝트 / 신문을 디지털화하는 작업은 OCR(광학 문자 판독 장치)이라는 기술을 이용하여 진행(연대순으로 정리된 27만여 페이지의 디지털 신문을 검색)

3.4. 보존현황

- ㅇ 보존실은 3개의 영역으로 구성(화재에 대처하기 위함), 종이 및 책을 보존하는 전문가 15명으로 편성하였으나 현재 9명이 담당

- 고대 필사본 및 훼손 자료를 복원하는 것에 주력, 책 이외의 사진이나 회화자료도 복원하고 있으나 대출로 인한 훼손이 많이 발생

ㅇ 보존실의 구조는 건설 당시 엔지니어들과 업무의 효율을 높이는 방향으로 설계되었으며, 건물 전체에 책의 온도를 유지하기 위한 설비를 갖추고 구역별 센터를 통해 관리

ㅇ 질소 생성기를 통해 곰팡이 제거 작업을 실시 : 상태에 따라 며칠에서 몇 개월을 소요됨, 빛에 의한 변색을 막기 위해 빛을 차단하는 덮개를 사용

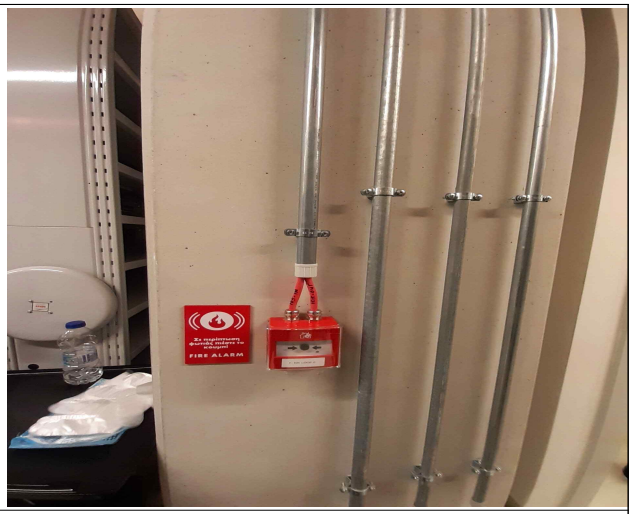
ㅇ 자료의 훼손을 막기 위해 화학제품보다는 천연원료를 사용해 소독 실시, 질소 처리 이후 곰팡이의 존재 여부를 확인하고 보존처리 후 반복적으로 확인1차 보존 작업 후 진공청소기로 청소하고 재 저장

ㅇ 종이 자체가 훼손되는 경우도 있지만 펜(잉크)에 의한 부식도 발생

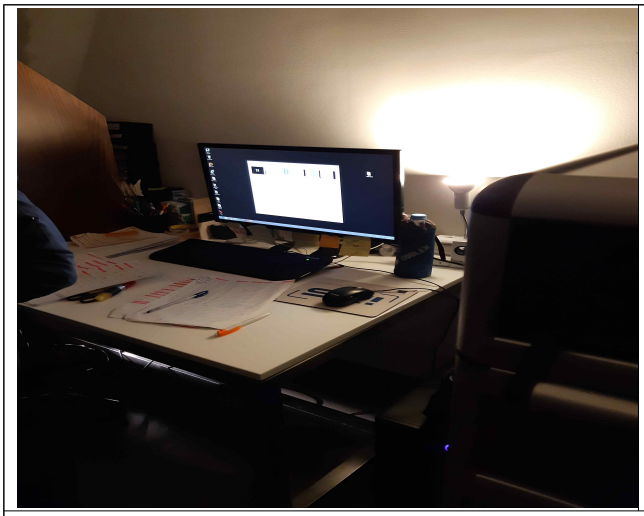
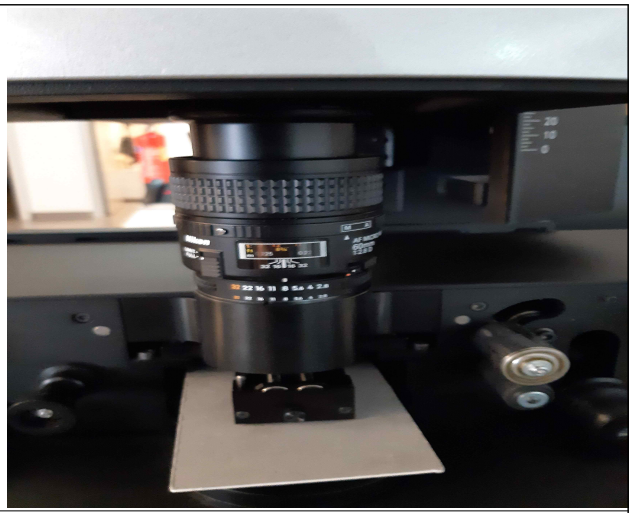
ㅇ 최근 책 상자를 제작·사용하여 책의 보존성을 강화하고 경제적인 효과를 거두고 있음

그리스국립도서관 고서 보존처리1

그리스국립도서관 고서 보존처리 2

	
그리스도서관 서고 모빌랙 서가	그리스도서관 서고 소화시스템

- ㅇ 서고 환경은 코카 시스템을 사용하고 화재방지를 위해 가스를 사용하다가 물을 이용한 시스템으로 변경(소화를 위한 공기를 특정 질소로 인해 인체에 해가 됨)
- ㅇ 소장 마이크로필름을 활용성을 높이기 위하여 마이크로필름 스캐너를 이용한 디지털 작업을 실시하고 있음

	
마이크로필름 스캐너 장비	

3.5. 그리스국립도서관 면담 주요내용

ㅇ 참석자

- **Filippos Tsimpoflou**(관장), Evi Stenfani(보좌관), **George Stavratis**(Special Collections Department), **Tsarouha, Ginni**(Preservation Department) 등 6명

내 용	담당자
열람실, Stavros Niarchos Foundation Cultural Center	Mr. Chrisostomides
Special Collections and preservation (특별 수집 및 보존 부서)	Mr. Stavratis (Special Collections Department) Mrs. Tsarouha & Ginni (Preservation Department) 등
디지털화 부서	
관장 면담	Tsimpoglou(관장), Evi Stenfani(보좌관)

ㅇ 스타브로스 니아르코스 재단의 도움으로 새로운 국립도서관으로 많은 전적이 정확히 이전 될 수 있었으며 오페라하우스를 비롯한 넓은 녹지공간 확보로 시민들의 훌륭한 문화공간의 역할을 수행

ㅇ 어린이·청소년을 위한 복합 문화시설을 구축하였고, 연구자를 위한 공간마련과 적극적인 서비스를 수행하고 있으며, 자료의 디지털화를 통해 자원 보존과 공유에 힘쓰고 있음

ㅇ 훼손된 종이 자료 복원 재료로 우리나라 한지를 사용할 수 있도록 시험해 볼 용의가 있으며, 국내 한지제작 전문 업체를 연결을 원함

- 보존 및 복원에 도서관 담당자의 업무교류 및 기술교류가 활성화 될 수 있기를 희망함

그리스도서관 보존·복원실	우리나라 복원용 한지 소개

4. 그리스대사관 업무 협의

4.1. 그리스대사관 현황

ㅇ 위치 및 연락처

- 주소 : Embassy of the Republic of Korea , Athens Tower A' building, 19th Floor, 2-4 Messogion Avenue, 115 27, Athens, Greece
- 연락처 : +30-210-698-4080/2, 민원실: 내선 18번
- 이메일 : gremb@mofa.go.kr

ㅇ 주요업무

정무	경제	홍보	기타
• 그리스 정부와의 외교.교섭 • 지역사정 조사.연구 • 외교정보 수집	• 수출.통상 진흥 활동 • 경제협력 • 투자유치 활동 • 경제정보 수집	• **문화 외교정책 홍보** • **문화.학술 및 체육 협력** • **언론인, 청소년, 문화계 인사의 인적교류 업무** • **문화관계 자료 수집**	• 영사 • 재외한인단체 지원 • 재외국민의 국적.호적 및 병역 관련 업무 • 사증발급 • 영사관계 각종문서의 확인 등 공증업무 • 여권발급 • 여행증명서 발급

4.2. 그리스 대사관 면담 주요내용

ㅇ 참석자

- 임수석 주그리스대한민국 대사, 윤다솔 3등 서기관

ㅇ 그리스 대사관과의 협력 사항

- 그리스의 한국학 자료실 설치 및 그리스 대학, 연구 기관의 한국학 관련 자료 지원(한국 고서의 영인본 제공)을 위한 협력관계 구축
- 그리스 내의 도서관 및 박물관 등 고서를 소장한 기관의 훼손자료 복원 재료로 한국의 전통 한지를 홍보, 공급하여 한지의 우수성을 알리고 문화교류로 수단으로 활용
- 복원 전문가 및 고문헌 관리 전문가의 업무 교류 활성화를 위한 가교 역할 수행
- 한국문화에 관심이 높은 그리스 젊은 세대를 위한 한국관련 문화 자료 제공 및 서비스에 관한 국립중앙도서관의 협력 필요

5. 비잔틴박물관 보존·복원기술 협의

5.1. 일반현황

ㅇ 주소 및 연락처

- Leof. Vasilissis Sofias 22, Athina 106 75 그리스(byzantinemuseum.gr)
- +30 21 3213 9517

ㅇ 그리스의 국립 박물관 중 하나로 초기 기독교, 비잔틴, 중세, 후기 비잔틴 및 비잔틴을 대표하는 종교적인 요소들에 중점을 두고 있으며, 또한 획득, 보존, 보존, 기록, 문서, 연구, 출판 및 에 대한 인식을 제고하기 위해 노력

비잔틴박물관 전경

ㅇ 비잔틴 박물관은 Black Canadians(아프리카계 캐나다인)이 그리스에 헌정해서 현재의 박물관으로 사용되고 있음

ㅇ 자료보존팀은 9개 분야(회화, 천, 목재, 성화, 마블, 대리석, 종이 등)로 구분되고, 28명 직원 근무, 소장품은 30,000점 있으며, 종이 보존실에서 5,640점 관리 중

5.2. 보존・복원 현황

[자료보존원칙]

ㅇ 보존의 기본적인 원칙은 책 보존할 때 가능하면 분해하지 않고 그 상태로 두고 고치는 방법을 사용

ㅇ 복원에 일본종이를 사용, 책 표지 나무를 버그가 갉아 먹은 경우 나무를 갈아서 버그를 제거하고 박테리아를 제거하고 그 위에 종이를 입힘

[자료복원현황]

ㅇ 종이보존전문가 3명이 근무

ㅇ 주로 보존처리 대상은 책, 사본, 성화를 준비하는 드래프트(draft)도 유물로 봄

ㅇ 벽화 규모로 만든 드래프트*가 있고 가장 유명한 것은 오스트리아 트리시오 유물로 가로 12m, 세로 8m 규모, 종이판으로 붙여 놓고,

돌돌 말아놓은 것

*드래프트 : 동남아 제국의 성화 제작 방법으로 성화 만들기 전에 구멍을 뚫어 그 위에 탄을 스며들게 해서 드래프트 만드는 방법으로, 구멍의 밀도가 높아서 거의 인쇄 수준

ㅇ 보르피로 복음서 코드가 있는데 양피지로 만든 작품으로 대부분 책의 표지는 남아있고 내용은 전 세계 흩어져 있으며 매우 귀중한 작품

ㅇ 9세기에 만든 작품으로 책의 제작방법이 매우 특이함, 비잔틴 스타일 제작방법이라 부르고 겉표지는 나무로 만들고, 묶어놓은 부분이 발라린이란 부분인데 영구성을 위해 튼튼하게 제작, 후기로 갈수록 점점 내구성이 강해지고 아름다워짐

비잔틴박물관 복원사례(고서)

비잔틴박물관 복원방법 설명

ㅇ 출판용에 사용하는 양피지는 사산된 새끼 양의 가죽을 사용, 성장이 안 된 양의 경우 털도 없고 가죽이 얇아 고급 종이로 제작 가능, 반짝거리는 질감을 얻기 위해 접착제와 돌을 활용하여 제작

- 양피지의 경우 손이 가장 안전, 장갑을 끼면 찢어질 수 있음
- 양피지의 특성은 습기가 높아지면 반짝거림이 없어지고 시간이 갈수록 쭈글쭈글해져 양피지의 보존 문제 때문에 전시에 유의함

5.3. 질의응답 내용

Q: 초기 종이가 나오기 전에 양피지의 대량 생산이 가능했나?

A: 양피지 산업이 페르가몬 지역에서 발전하였기 때문에 양피지

(parchment)를 페르가몬이라고 일컫기도 하며, 많은 양들이 어미의 뱃속에서 사산되는 경우가 많아 질 좋은 양피지 책자를 얻을 수 있었다.

Q: 동판, 도장 이 현재 남아있나?
A: 구체적인 것은 모르겠으나 일반적인 것은 남아있다.

Q: 부분복원하면서 복원부위가 일부 가려지는데 어떻게 생각하나?
A: 저희가 잃었다고 보지 않고 감춰져 있다고 보고 있다. 원칙 설정을 잘해야 된다. 그냥 두면 여기는 읽을 수 있지만 다른 부분은 못 읽는다. 복원 전후의 사진을 찍는다. 세계적으로 이건 새로운 과학이기 때문에 연구가 되고 있다. 보존 적용방법이 후대에도 가역성이 가능한 보존처리 방법을 하고 있다.

Q: 종이에 붙여진 테이프 분리 가능한가?
A: 테이프를 추정하는 재질이라면 쉽게 제거 할 수 있다. 세척제를 사용한다.

Q: 이 때 사용한 잉크가 어떤 잉크인가요?
A: 인쇄용 잉크였다. 구텐베르크 인쇄 이후 같은 종이로 사용하고 있다. 화학제품이라고 보면 된다. 그런 이유 때문에 변화가 거의 없다.

Q: 제본하는데 특이한 방법이 있나?
A: 매우 다양한 방법을 사용한다. 사용 목적에 따라 다른데 단순하게 만들거나 매우 튼튼하게 만든다. 비교를 하자면 1787년에 만들어졌는데, 그 전에 자료 보다 훨씬 더 훼손됐다.

Q: 소장 자료 중 종이가 바스러지는 현상은 없나?
A: 20세기 초에 만들어진 것은 리그닌이라는 성분이 있어 쉽게 망가질 수밖에 없다. 이 책은 원료는 나무로 만들어졌으나, 바스러지는 현

상은 환경에 따라 다르다. 중앙 부분의 상태가 좋기 때문에 종이가 깨지지 않는다.

Q: 보존처리 작업은 시간이 오래 걸리는데 어떻게 하나?
A: 보존처리 작업은 충분히 시간을 할애해야 한다. 시간이 오래 걸리기 때문에 한 테이블에 올려놓고 다 같이 작업한다.

Q: 디지털 작업은 하고 있는가?
A: 책 전체를 디지털화 하지 않는다. 요청이 있을 경우 디지털화 하고 보존을 했다는 증거로 사진을 찍고 있다.

Ⅲ 시사점 및 향후계획

1. 시사점

- ㅇ 베네치아기록보존소, Ca' Foscari 대학교수, 스위스 로잔공과대학 등 정부기관, 대학 연구소, 산학단체 등 다양한 분야에서 공동연구를 통한 훼손된 고문헌의 보존 및 복원에 대한 새로운 시도와 협력 사업이 진행되고 있으며, 우리나라도 산학협력 복원기술개발과 해외 공동 프로젝트에 참여 필요
- ㅇ 우리나라의 고대 언어(한문 등)와 중세한글 등으로 제작된 기록문서를 현대어로 인식할 수 있는 기술 개발과 서비스 기반이 매우 미흡함
- ㅇ 일본의 전통 종이(화지)에 비교하여 한국 한지의 우수성에 대한 홍보 및 공급이 절대적으로 부족하였으며, 특히 이탈리아, 그리스 등 유럽에 대한 한지를 공급할 수 있는 방안(업체연결)이 요구됨

2. 향후계획

2.1. 국내 관련기관(원자력연구소 등) 조사 및 기술 협력

ㅇ 문화체육관광부, 과기부, 국내 연구소 공동연구 협의

- 과기부, 원자력 연구소 등 훼손자료 단층기술 접목방안 협의

ㅇ 국내 단층촬영관련 업체, 전문가 등 기술관련 협의

- 국내 연구소 협의(비파괴 검사기관, 의료영상기관, 정보통신 등)

ㅇ 국내 문자인식 AI 업체와 번역프로그램 개발

- 한자(초서체 등) 인식, 문장 속에서 뜻과 의미를 번역할 수 있는 지능형 프로그램 개발

2.2. 해외 방문기관 협력 추진

ㅇ 그리스 대사관 업무협력 추진

- 그리스 국립도서관내 한국자료 보급 및 전시 등을 추진방안 마련
- 한국 고문헌 영인본, 복원용 재료로 사용되는 한지 시편 제공

ㅇ 국내 전통한지(복원용지) 유럽 공급 가능한 업체와 협력

- 국내 전통한지 제작·공급업체와 이탈리아, 그리스 방문기관 연결

2.3. 국내 보존관련 기관과 조사된 보존·복원기술 공유

ㅇ 자료보존기관(국가기록원, 박물관, 미술관, 도서관, 자료관, 개인 소장가 등)과의 단층촬영 기술개발 공동연구 추진

ㅇ 규장각한국학연구원, 한국학중앙연구원, 국학진흥원 등 고문헌 보존기관과의 번역프로그램 개발 및 협력 확대

[붙임] 관련논문

○ 단층촬영 관련 발표 논문(네이처* 게재)

* 네이처는 세계에서 가장 오래되고 저명하다고 평가되는 영국의 과학학술지

○ 웹사이트 : https://www.nature.com/articles/546341a.pdf

The Venice Time Machine will transport historians from the present-day St Mark's Square (right) back to the hubbub of eighteenth-century Venice (left).

VENICE GETS A TIME MACHINE

BY ALISON ABBOTT

An ambitious project aims to digitize 1,000 years of Venetian history and build a robust, interconnected picture of its citizens' lives.

Only metres away from the tourist throngs that bustle through Venice's crowded piazzas, the silence inside Santa Maria Gloriosa dei Frari is so profound it hurts the ears. State archivists long ago took over this fourteenth-century friary, but they are just as studious as the Franciscan brothers who once lived here, as they tend the historical records that fill some 80 kilometres of shelving within. Now, a crew of scientists laden with high-tech equipment is stirring things up in these hallowed stacks.

History hangs heavy at the Frari, and computer scientist Frédéric Kaplan likes it that way. He has an ambition to capture well over 1,000 years of records in dynamic digital form, encompassing the glorious era of the Most Serene Republic of Venice. The project,

© 2017 Macmillan Publishers Limited, part of Springer Nature. All rights reserved.

which he calls the Venice Time Machine, will scan documents including maps, monographs, manuscripts and sheet music. It promises not only to open up reams of hidden history to scholars, but also to enable the researchers to search and cross-reference the information, thanks to advances in machine-learning technologies.

If it succeeds, it will pave the way for an even more ambitious project to link similar time machines in Europe's historic centres of culture and commerce, revealing in unprecedented detail how social networks, trade and knowledge have developed over centuries across the continent. It would serve as a Google and Facebook for generations long past, says Kaplan, who directs the Digital Humanities Laboratory at the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (EPFL).

Although the previous decade has seen many digital-humanities projects that scan, annotate and index manuscripts, this one stands out because of its ambitious scale and the new technologies it hopes to use: from state-of-the-art scanners that could even read unopened books, to adaptable algorithms that will turn handwritten documents into digital, searchable text.

The boon for scholarship should extend well beyond historians. Economists and epidemiologists, for example, are eager to access the written records left by tens of thousands of ordinary citizens, which could reveal how financial markets developed or how diseases such as the plague spread. "We are in a state of electrified excitement about the possibilities," says Lorraine Daston, a director of the Max Planck Institute for the History of Science in Berlin. "I am practically salivating."

THE SERENE REPUBLIC

Venice is the perfect city for the experiment because of its wealth of historically important, well-ordered documentation. It was founded in the fifth century AD by citizens of the Roman empire escaping barbarian invaders from the north. Its inhospitable lagoons provided much-needed protection, and its location at the north end of the Adriatic Sea also had strategic advantages. It soon became the most important trading post between Western Europe and the east, bringing it riches and power.

> *"We are in a state of electrified excitement about the possibilities."*

As Venice's empire grew, it developed administrative systems that recorded vast amounts of information: who lived where, the details of every boat that entered or left the harbour, every alteration made to buildings or canals. Modern banking was invented in the Rialto, one of Venice's oldest quarters, and notaries there recorded all trading exchanges and financial transactions.

Crucially, those records survived through turbulent centuries. While the rest of Europe was roiled by its perpetually warring monarchs, from the eighth century onwards Venice began to develop into a stable republic that provided the peace and order required for trade to flourish. In many ways it was a model democracy. The people elected a leader — the doge — supported by various councils, whose members were also usually elected. Governance was secular, but for the most part co-existed tolerantly with religion.

French emperor Napoleon Bonaparte put an end to the Serene Republic in 1797. En route to Vienna during his attempt to conquer the Austro-Hungarian Empire, he declared Venice's secular and democratic governance to be a form of autocracy, and the city to be an enemy of the revolution. He forced the republic to dissolve itself. In 1815, the old Frari was turned into the State Archives of Venice.

Over the next decades, all state administrative documents, including death registers, were transferred there, along with medical records, notary records, maps and architectural plans, patent registers and a miscellany of other documentation, some from elsewhere in Italy. Particularly significant are ambassadors' reports from wider Europe and the Ottoman Empire, providing a unique source of detailed information about daily life. "Venetian ambassadors were the most observant travellers, trained to find out things like what was being unloaded at the docks, or what a prince or other high-up was like as a person," says Daston. "Their reports were full of gossip and intrigue."

Most of the archive, predominantly written in Latin or the Venetian dialect, has never been read by modern historians. Now it will all be systematically fed into the Venice Time Machine, along with more unconventional sources of data, such as paintings and travellers' logs.

NATURE.COM
For a video on the Venice Time Machine see:
go.nature.com/2rmks2s

BIRTH OF A CAREER

Kaplan has spent his career applying artificial intelligence (AI) in the humanities, mostly in linguistics. He has modelled the evolution of language, for example, by using AI to search centuries of newspaper reports for patterns of words and phrases. But he had always yearned to apply these techniques to building a time machine in a European city with a couple of centuries' worth of archives. His thoughts first turned to Paris, Amsterdam or Geneva, Switzerland. But when the rectors of EPFL and the Ca'Foscari University of Venice decided to collaborate and called for ideas, he immediately offered to develop his time-machine idea for Venice. He vividly recalls the first time he entered the archives, in 2012. Time stands still in the warren of more than 300 rooms, which are neither air-conditioned nor heated. In winter they are bitingly cold, in summer stiflingly hot. The fragile documents are stacked floor to ceiling, and occasional flakes of yellowing paper drift down from their edges. "I felt completely overwhelmed," he says. "Seeing what a thousand-year archive looks like, knowing that most of it was not available — I knew we needed to do it."

When the project officially launched in 2012, Kaplan knew that it demanded much more than his computational prowess. It would need historians to annotate the manuscripts, to provide the necessary context for data handling. They might note the role of each person mentioned in a contract to clarify exactly who was the recipient, for example, or assess the reliability of a particular source of information. Archivists, too, would be needed, for their deep knowledge of the immense collection of documents.

So he engaged as his co-director Isabella di Lenardo, a Venice-trained historian who is now at EPFL. She had no hesitation: "It was what I had been waiting for all my life." Venice state archivists, used to the old ways of guardianship, took a little longer to buy in to the idea, but within a year they were full partners.

The interdisciplinary collaboration immediately started to harvest the sort of obscure archival knowledge that tends not to penetrate to the outside world. For example, although ambassadorial reports are a particularly rich source of detail, they were often written in code to keep the messages secret, a source of frustration for historians. Yet one casual conversation among team members led to the serendipitous discovery of a small, sixteenth-century book called *Libro de le cifre*, which provided the encryption code for some Venetian ambassadors' reports. Historians are now eagerly preparing to decode its secrets.

SCANNING HISTORY

Even before the Venice Time Machine arrived, the State Archives had started a digitization project funded by the Italian Ministry of Cultural Heritage. In 2006, a huge, purpose-built scanner began to digitize the archive's precious store of more than 3,000 maps of Italian towns, including many commissioned by Napoleon. These 'cadastral' maps delineate property boundaries and record the ownership of small parcels of land; some of the documents are as large as 4 metres by 7 metres.

The Venice Time Machine has shifted this process into overdrive, bringing in other state-of-the-art, high-speed scanners specially adapted for the project. They include one with a robotic arm to turn the pages of

PREVIOUS PAGE: ILLUSTRATING PIAZZA SAN MARCO BY CANALETTO AND GIAMBATTISTA PITTERI (1705–82) ART: DETERIORATION/GETTY

books and an imposing rotary scanner with a 2-metre-wide turntable that allows technicians standing on opposite sides to feed it multiple A3-sized documents at the same time. These scanners now form a pipeline that produces several thousand high-definition images per hour, feeding terabytes of information to servers in Venice for long-term storage, and to Lausanne, where high-performance computers transform the images into digital text ready for annotation.

The automatic reading of old handwritten manuscripts is a major challenge. Standard character-recognition software allows printed books to be read letter by letter despite variations in fonts, and thus rendered searchable. But this doesn't work for handwritten manuscripts, where shapes of individual letters can vary enormously between scribes, and can evolve over time. Various approaches to solving the problem are being developed in a European Union collaboration called Recognition and Enrichment of Archival Documents (READ). Kaplan, a member of the collaboration, is currently applying his preferred approach to the Venice Time Machine, using machine learning to recognize the shapes of whole words.

Machine learning relies on algorithms that modify their own rules and behaviour as they harvest examples from data sets, honing their skills with every new experience. The time machine's algorithms are designed to analyse the structure of written text and pull out graphical shapes that look similar, forming a link between them (see 'Hacking history'). That allows a user to find a name in one document, and then ask the system to reveal where the same name appears in all the other manuscripts in the database.

In the next decade, these scanners could be joined by an instrument that reads books without even opening them. Now being developed at EPFL, the concept is based on computed tomography (CT) scanning techniques used in medicine, where X-ray images taken at different angles build up a 3D picture of the inside of a body, slice by slice. EPFL scientists are researching the composition of ancient inks to identify molecules that could act as X-ray contrast agents. "It may need more than five years before the tomography scanner can be put into operation," says Kaplan. But it would offer huge advantages: it could scan books much faster, probe delicate volumes without damage, and access the hundreds of thousands of fragile sealed wills in the Venice archives that would be destroyed if opened.

SOCIAL NETWORKS

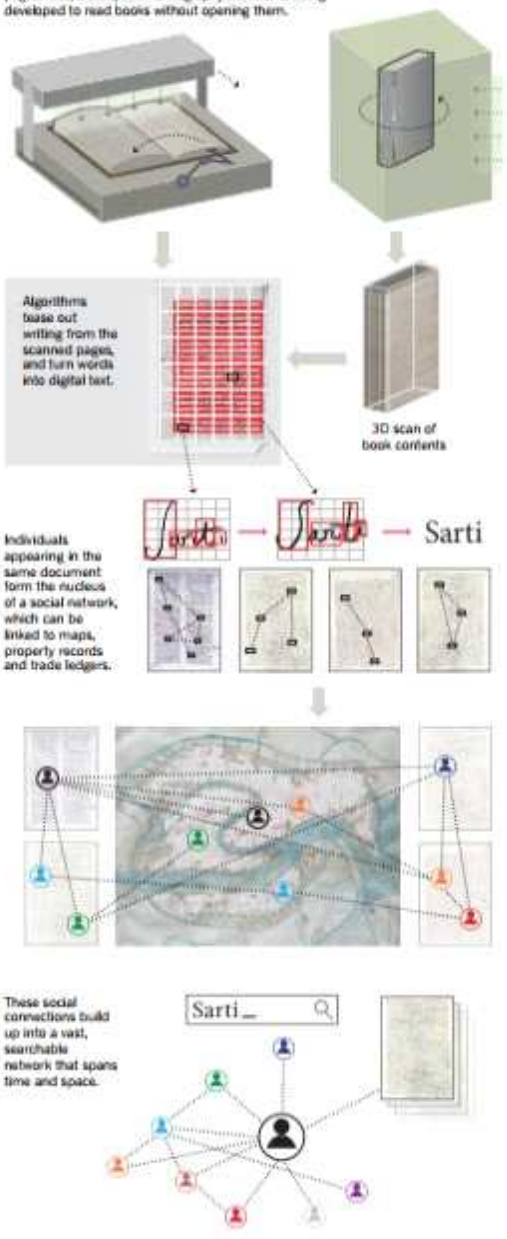
Even as these technologies are being developed and refined, the Venice Time Machine is already demonstrating how it can help to reshape scholars' understanding of the past. The narratives that fill history textbooks are usually built around famous people, because so much more is known about them. Yet the time machine will bulge with the sort of mundane records that state administrators everywhere routinely gather to keep track of their populations. This will enable historians to reconstruct the lives of hundreds of thousands of ordinary people — artisans and shopkeepers, envoys and traders — and build much more rounded historical narratives.

Napoleon's efficient approach to state administration has been particularly valuable to the project. One cadastral map of Venice that he commissioned in 1808 has provided a backbone of reliable data, allowing historians to add geographical context to a 1740 census that lists citizens who owned and rented property in the city. By combining this with 3D information about buildings from paintings such as those of Canaletto, the time-machine team has produced an animated tour through Venice, showing which businesses were active in each building at the time. "Napoleon may have brought the Republic of Venice to an end," says Kaplan, "but for us, he was the starting point for the recovery of its history."

Kaplan and di Lenardo have also made a series of other animations of Venice over space and time, which will be updated and enriched as more data feed into the machine. One is a dynamic video of the development of the Rialto from AD 950 onwards, using diverse sources of information at different time points. The simulation shows how the buildings — and the iconic Rialto Bridge — sprung up among the

HACKING HISTORY

The Venice Time Machine will scan and digitize millions of documents that record 1,000 years of history, enabling researchers to reconstruct social networks from centuries ago.



EPFL/ARCHIVIO DI STATO

The State Archives of Venice contain documents that span 1,000 years, filling 80 kilometres of shelving.

salt marshes, along with the area's periodic destruction by fires and subsequent reconstructions.

Other simulations tag buildings in the Rialto with the names of family businesses, or depict the social networks that formed between Venetians and others throughout Europe. The Venice Time Machine assumes that there is a connection between people whose names appear in the same document, and this allows it to show each person as a node in a web of connections. When the same individuals crop up in other documents, the web begins to grow into a giant network — just as scientists draw up social networks from Facebook or Twitter data. This network should allow historians to discover details about the lives of large numbers of previously unknown people in Venice and beyond, and their place in society.

> *"The Venice Time Machine will be a game-changer."*

UNITS, BANKING AND PLAGUE

Daston thinks that the time machine could help to answer an almost endless list of historical questions. For example, it could show how language developed to describe the strange animal species brought to the Venice docks from newly discovered countries, or it could track the trajectories of scholars and scientists as they wandered across Europe.

Her personal passion is the epistemology of measurement. "Everyone was crazy about measuring the world in the seventeenth century, yet units of measurement were barely mentioned in the fifteenth and sixteenth centuries," she says. "Being able to do keyword searches over the centuries could help us understand how the science of measuring became established."

That enthusiasm spills over from history to other fields. Economic historian Joan Rosés of the London School of Economics and Political Science says that centuries of searchable data from notaries in a city as important to economic history as Venice "could help change our understanding of how financial markets work". Much of economic theory was developed without hard data, he says, and economists seeking a more robust evidence base are stymied by a lack of suitable data sets on things such as transactions and the flow of money. Modern records, including those from banks, are of limited value: the data have already been processed according to the economic theory to which the institution subscribes. Historical data sets are cleaner because they record raw, intuitive behaviour — simply who sold what, for how much. But the large financial archives of Europe, such as the Notarial Archive of Catalonia in Barcelona, are not online. "When I go to the Barcelona archive for research, I may read just three documents a day," says Rosés, "so the Venice Time Machine will be a game-changer." And there is much to be learnt from people who were economic failures. "You can deduce a lot of stupid things if you only study successful, famous people — the only people that we know a lot about," he says.

Epidemiologist Marcel Salathé of EPFL is already collaborating with the Venice Time Machine, peering into records that reveal the names and locations of people who died, often with details about the circumstances of their demise. "It is like a primitive electronic health record," he says. Plague wiped out one-third of the population of Venice in the mid-seventeenth century, and Salathé hopes to discover more about how the disease spreads. Outbreaks still occur around the world, but there are big gaps in data about its transmission. Animal research alone cannot fill them, and modern human data sets are too small to help, he says.

Kaplan hopes that Venice is just a starting point. The Venice Time Machine has applied, with partners around Europe, to become one of the next billion-euro flagship programmes funded by the European Union. If it wins, it will create time machines in other cities with similarly important archives, and link them together. Earlier this year a consortium of Dutch academics launched the Amsterdam Time Machine, although it has yet to secure funding. Its coordinator — Julia Noordegraaf of the University of Amsterdam, who studies the history of the creative industries — says it is "a great opportunity to study the cultural traffic between Amsterdam and Venice during its golden age in the seventeenth century". A Paris Time Machine is also under discussion.

The unbridled ambitions of the time-machine project are a concern for some researchers, not least because many of its core technologies are still being developed. "The vision of extending digital representation into different time slots is absolutely, self-evidently right — but it might be better to develop things more in a lot of different, small projects," says Jürgen Renn, a digital-humanities pioneer and a director at the Max Planck Institute for the History of Science.

Nevertheless, Daston suspects that the time machine heralds a new era of historical study. "We historians were baptized with the dust of archives," she says. "The future may be different." ■

Alison Abbott *is* Nature*'s senior European correspondent.*