

공간DB엔진(SDE)을 이용한 수치임상도 운영·관리 프로그램 개발(Revision 1.0)*

유병오^{1*} · 서수안¹ · 류주형¹

Development of the Program for Operating & Managing Digital Forest Cover Type Map Using SDE(Revision 1.0)*

Byung-Oh YOU^{1*} · Su-An SEO¹ · Joo-Hyung RYU¹

요 약

본 프로그램 개발의 목적은 기존의 아날로그 형태의 제작과정 및 공정 그리고 방대한 자료 관리의 문제점들을 해결하기 위해 SDE(spatial database engine) 라는 공간DB엔진을 이용하여 대량의 임상도를 운영·관리하는데 있다. 이를 위해 공간DB검색, 작업내용 및 진도파악, 인접 도엽간 검정/편집, 완료 도엽의 승인 및 반려 기능 등을 구현하여 일관된 운영·관리 표준화 공정을 확립하였다. 향후 본 프로그램을 활용하여 효율적인 임상도 제작과 대량의 임상도 보급이 가능할 것이며, 이에 따른 시간 및 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 공간 DB 엔진, 수치임상도, GIS

ABSTRACT

This program was developed to operate and manage the massive digital forest cover type map using SDE(spatial database engine) in order to solve the problems of the analogue mapping system, mapping process and managing vast amounts of data. It was established the standardization process by performing the several functions of application related to the spatial DB search, mapping history and progress control, modification and inspection of the topology error, approval and reject of those maps. It can be possible to generate the effective mapping and distribute maps to the public

2011년 3월 16일 접수 Received on March 16, 2011 / 2011년 6월 3일 수정 Revised on June 3, 2011 / 2011년 7월 5일 심사완료 Accepted on July 5, 2011

* 본 개발은 특허출원 제10-0850043호 『수치임상도 제작 운영·관리 시스템』 발명의 일부임.

1 국립산림과학원 기후변화연구센터 산림자원정보과 Division of Forest Resources Information, Dept. of Forest & Climate Change, Korea Forest Research Institute

* 연락처 E-mail : boyoofri@forest.go.kr

service. It is expected that the results will be able to reduce time-cost.

KEYWORDS : Spatial Database Engine, Digital Forest Cover Type Map, GIS

서 론

수치임상도는 어떤 산림이 어디에 분포하고 있는가를 보여주는 대표적인 산림주제도로 1972년부터 국가산림자원조사와 연계하여 산림자원량 추정 등을 위해 제작되어왔다. 산림 분야 뿐만 아니라 환경, 국토이용, 국방 분야에서 폭넓게 활용되고 있으며 시기별 항공사진과 더불어 산림 변천과정을 해석하고 다양한 정보를 가공할 수 있는 주요 자료원이다(김경민 등, 2009). 임상도 제작은 국가산림자원조사와 함께 산림정책의 기초 자료로서 방대한 면적을 적은 인원과 예산으로 조사하여야만 되는 막중한 업무이다. 산림의 정책수립을 위해 작성되던 임상도는 최근 민간인의 수요 급증과 동시에 활용도가 높아지고 있으며, 국가적으로는 생물다양성 협약, 기후변화 협약 등 국제기구나 협약에서 산림에 대한 통계자료 요구 등 이에 대한 임상도 제작의 필요성을 요구받고 있다. 특히, 임상도는 산림사업의 계획 수립, 임업경영, 연구, 기타 임업관련 업무 그리고 국토이용계획, 환경부 생태자연도 제작, 환경영향평가의 각종 확인 업무, 토지적성평가, 군사목적 등 다양한 분야에 활용되고 있으며, 그 수요도 증가하고 있다(김철민 등, 2004).

국가 비전인 「저탄소 녹색성장」을 달성하기 위해서는 산림에 관한 자원조사와 정밀한 원천자료의 구축이 급선무이다. 우리나라가 보유하고 있는 산림의 면적, 수종, 수령, 나무의 굵기, 밀도 등 다양한 속성을 조사하여 신뢰성 있는 국가산림통계를 산출하고 정도 높은 임상도를 제작함으로써 국내외적으로 국가산림통계를 검정 받을 수 있는 시스템 구축과 프로그램 개발이 선행되어야 한다. 또한 국가정책적으로 대축척 정밀임상도(1:5,000)의 구

축 추진과 국제적인 정책 수요에 따라 임상도 작업의 효율적인 제작 환경 개선과 작업 효율성을 향상시킬 필요가 있다. 이러한 필요에 부응하기 위하여 정부는 주요 국정과제의 하나로 「국가공간정보체계 구축사업」을 추진하고 있다. 이에 산림청에서는 국가공간정보체계 구축사업에 대응하기 위하여 전국토의 64%를 차지하는 산림과 관련된 공간정보를 구축하여 국가공간정보로 제공하고 이 자료를 타 분야의 자료와 통합연계하여 활용하기 위한 국가공간정보체계 구축사업에 참여하고 있다(국립산림과학원, 2008).

우리나라 국토면적의 64%에 해당하는 산림 자원에 대한 정보를 담은 임상도는 지난 40여년간 아날로그 방식에 의해 제작되고 관리됨으로서 방대한 자료를 보관하기도 어렵고 유통하기도 쉽지 않아 새로운 작업환경으로의 전환과 디지털 방식의 수치임상도 제작 기법이 필요한 실정이다. 이를 위해 우선적으로 국립산림과학원 산림자원정보과에서는 2004~2006년에 기보유하고 있던 산림항공사진을 DB 구축하여 지형기복의 왜곡을 보정한 697도엽(1:25,000)의 정사항공사진과 38,091매(1:15,000)의 낱장항공사진을 서버에 저장하여 원천데이터를 구성하였으며, 이를 바탕으로 아날로그 방식의 종이임상도 제작에서 GIS 기반을 둔 디지털 방식의 수치임상도 제작으로 전환하는 계기를 마련하였다(유병오 등, 2008).

최근 공간DB엔진을 이용한 대용량 공간데이터의 효율적인 관리 및 시스템 개발 그리고 이를 통한 지도 서비스를 위한 연구가 국·내외적으로 활발히 진행되고 있다. 김기욱과 김창수(2010)는 공간DB를 기반으로 하여 공간데이터를 생성하고 이를 활용한 분석과 결과를 효율적으로 도출할 수 있도록 데이터 모델을 설계하였으며, 김향집(2005)은 디지털 지

리정보 DB를 구축하고 GIS 분석기법을 이용하여 토지적성평가 결과 향상을 위한 방법론을 제시하였다. 공간DB 구축을 통한 시스템 개발 관련 연구로는 김경탁 등(2004)이 순수 국내 기술로 구역관리를 위한 프레임워크 공간 DB를 구축하고 이를 바탕으로 HyGIS (Hydrological Geographic Information System)를 개발하였고 수자원 분석을 위한 HyGIS와 TOPMODEL을 연계하여 시·공간 DB를 손쉽게 사용할 수 있는 시스템 등을 개발한 바 있다. 또한 정명훈과 서용철(2008)은 공간 DB를 모델링하여 WebGIS 시스템을 통한 고해상도 영상지도의 속도향상에 관한 연구를 수행한 바 있다. 국외의 경우 Oosterom and Lemmen(2001)은 대용량의 지적 DB를 관리하기 위하여 관계형 DBMS에 적합한 공간 인덱스 방법인 Spatial Location Code를 제시하였으며, Zuo *et al.*(2006)은 국가의 중요한 14개 광업 지역의 지질 관련 다양한 DB를 이용하여 지질관리정보 시스템을 개발하는 등 다양한 분야에서 여러 가지 방법을 사용하여 활용하고 있다. 국립산림과

학원에서도 기존 아날로그 환경으로 관리하고 있던 임상도를 본 프로그램 개발을 통하여 손쉽게 검색하고 공정을 관리할 수 있게 되었다. 현재는 1:5,000 대축척 임상도 관리를 위하여 프로그램 및 시스템을 확장·개발하여 사용하고 있다.

따라서 본 프로그램 개발의 목적은 앞서 언급한 기존의 수동적인 제작 과정 및 공정 그리고 방대한 자료 관리의 문제점들을 해결하기 위해 SDE(Spatial Database Engine) 라는 공간DB엔진을 도입하여 임상도의 공간DB 검색, 작업내역 및 진도파악, 인접 도엽 간의 검정/편집, 완료 도엽의 승인 및 반려 기능 등을 통해 전체적인 작업공정을 한 눈에 파악할 수 있도록 대량의 임상도를 운영·관리하는데 그 목적이 있다.

시스템 구성 및 개발

1. 시스템 구성

본 시스템은 Server의 공간DB엔진을 통하여 수치임상도DB, 항공사진DB, 수치지형도

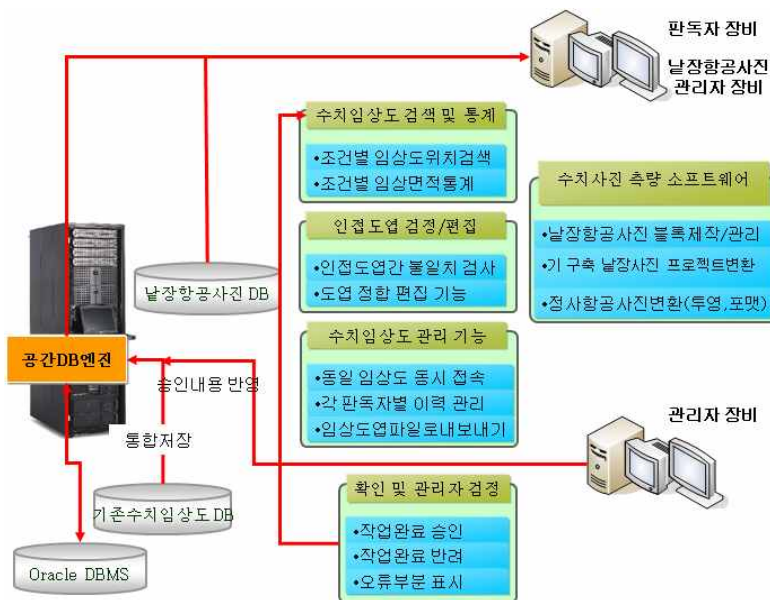


FIGURE 1. 수치임상도 운영·관리 시스템 구성도

DB, 인덱스맵DB, 행정구역DB 등과 연계 및 통합하여 관리할 수 있도록 Server-Client 체계와 관리자-관독자 체계(Versioning)의 네트워크 구성을 통해 수치임상도 검색 및 통계, 인접 도엽간 불일치 부분의 오류검출 및 편집기능, 편집 이력관리, 진도과약, 임상도 저장 및 내보내기, 계정관리, 디렉토리 경로 설정 등의 사용 권한을 부여받아 사용할 수 있도록 커스터마이징 하였다(그림 1).

2. 응용 프로그램 개발

본 시스템의 GIS Application 개발에 사용된 S/W는 EDN(ESRI Developers Network)으로 Desktop 및 Server 기술이 포함된 GIS Solution을 구축하기 위해 제공되는 ArcGIS 모듈을 사용하였다(ESRI, 2010). 개발 툴은 MS Visual Studio 2008이며, 객체지향 프로그래밍 언어인 VC++/VB를 사용하여 Object 단위로 Class를 구성하였다. 각 Class는 Main Form으로 불러와 연동되는 형식으로 구동된다.

3. 응용 모듈 구성

본 프로그램은 전체 수치임상도를 행정구역별, 도엽별로 검색이동 및 산림 면적의 통계 산출을 할 수 있는 KFRISearch Module과

임상을 속성별로 분석하고 인접 경계의 오류 검정 및 인접된 임상의 속성오류를 검정할 수 있는 FeatureAnalyze Module, 다중사용자 편집을 지원하고 편집 이력을 저장할 수 있는 KFRIEExtension Module과 저장된 편집 내용의 이력을 조회하고 되돌릴 수 있는 KFRIEditor Module 및 관독자 및 확인자, 관리자가 전체 및 도엽별, 사용자별 작업 진행상황을 관리하고, 수치임상도 저장 및 전체적인 관리를 할 수 있는 KFRIManagement Module로 구성되어 있다(그림 2).

4. 운영 · 관리 작업공정

관독자는 관리자에게 사용자 권한을 부여받아 수치임상도를 작업 및 관리하고 작업 완료된 도엽에 대하여 승인 요청을 할 수 있다. 관리자는 승인 요청된 도엽을 검수하고 승인여부를 결정할 수 있으며, 오류 스케치 도구를 통해 반려사유를 표시하거나 직접 수정할 수 있다. 이와 같은 일관된 작업공정을 통해 대량의 수치임상도를 효율적으로 운영·관리할 수 있다(그림 3).

운영 · 관리 프로그램 기능

1. 통합 구축

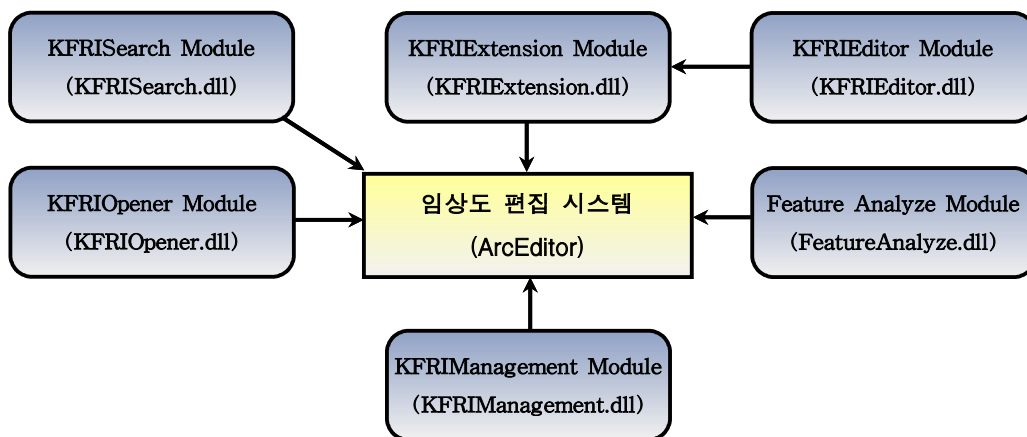


FIGURE 2. 수치임상도 운영 · 관리 응용 모듈 Diagram

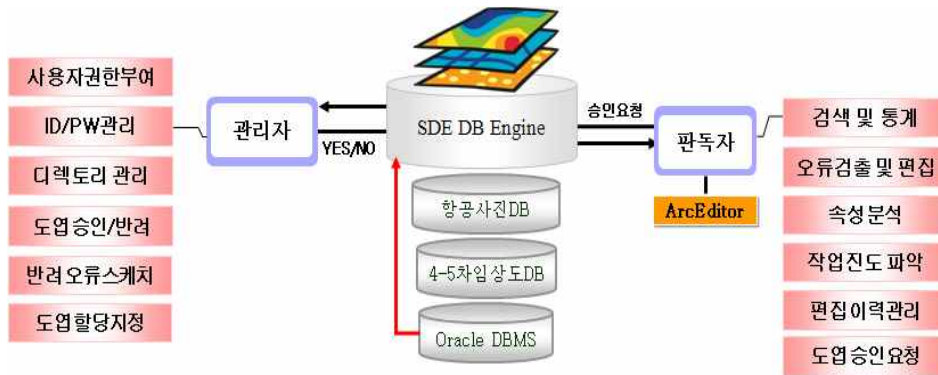


FIGURE 3. 운영·관리 작업 프로세스

기존의 도엽 단위로 관리해오던 수치임상도를 하나의 통합된 형태(통판)로 구축하여 공간DB엔진을 통해 관리되며, 추가로 갱신되는 도엽의 수치임상도를 데이터 로더(Loader)를 통해 올림으로서 해당 도엽의 수치임상도는 통합된 수치임상도로 결합하여 저장된다. 이와 같이 통판 수치임상도는 공간DB엔진의 Versioning을 통해 판독자 수 만큼의 Version을 생성하여 전국의 수치임상도를 여러 판독자가 동시에 작업 및 확인할 수 있다(그림 4).

2. 검색 및 통계

전국의 수치임상도에 대하여 행정구역별, 도엽명/도엽번호별로 검색하여 확인할 수 있

으며, 수치임상도의 산림면적을 복합적인 조건(행정구역, 도엽, 임상, 수종, 경급, 영급, 밀도 등)으로 산출하여 판독자 편집환경에서 판별하기 쉽도록 수치임상도 상에 표시할 수 있다(그림 5).

3. 오류검출 및 편집

오류검출 기능은 현재 작업영역 또는 전체 도엽에 대하여 위상구조 규칙(Topology Rule)에 위배되는 임상의 접합부분과 속성불일치 표시 및 수정 기능을 제공하여 자동 완성되거나 수정 가능하도록 하였으며, 판독자 작업도엽 기준 우측과 하단 통합 원칙에 따른 판독자 간의 불일치 부분을 해소하기 위하여 기능을 구현하였다(그림 6).

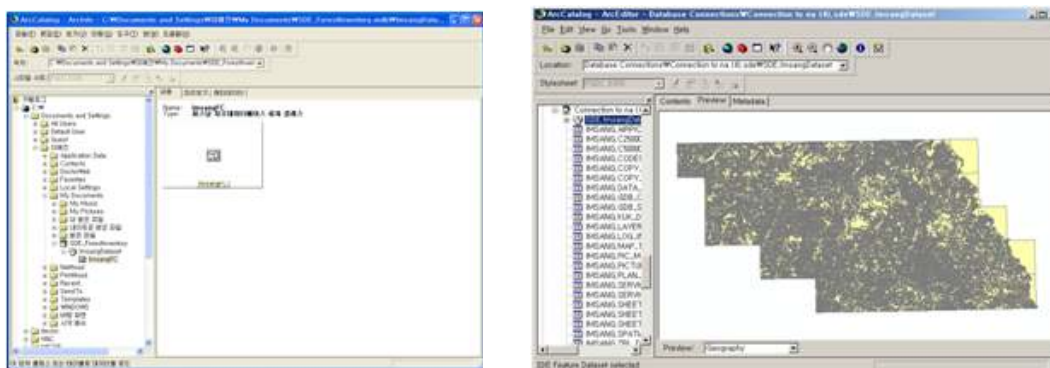


FIGURE 4. 수치임상도 통합 및 판독자별 Versioning 관리

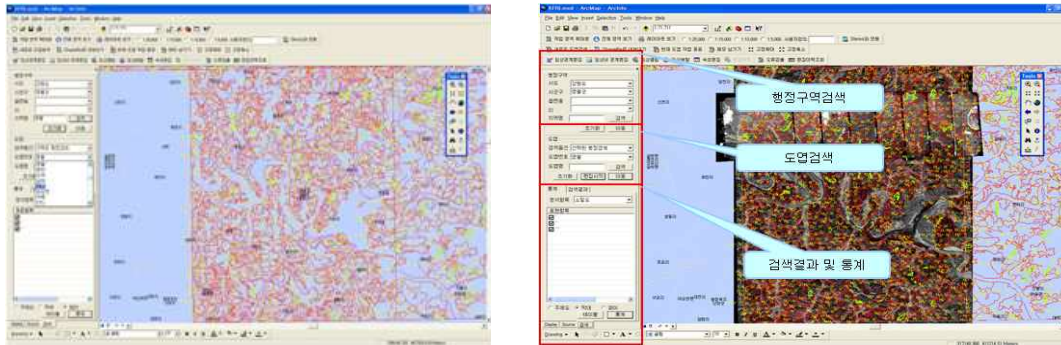


FIGURE 5. 수치임상도 검색 및 면적산출

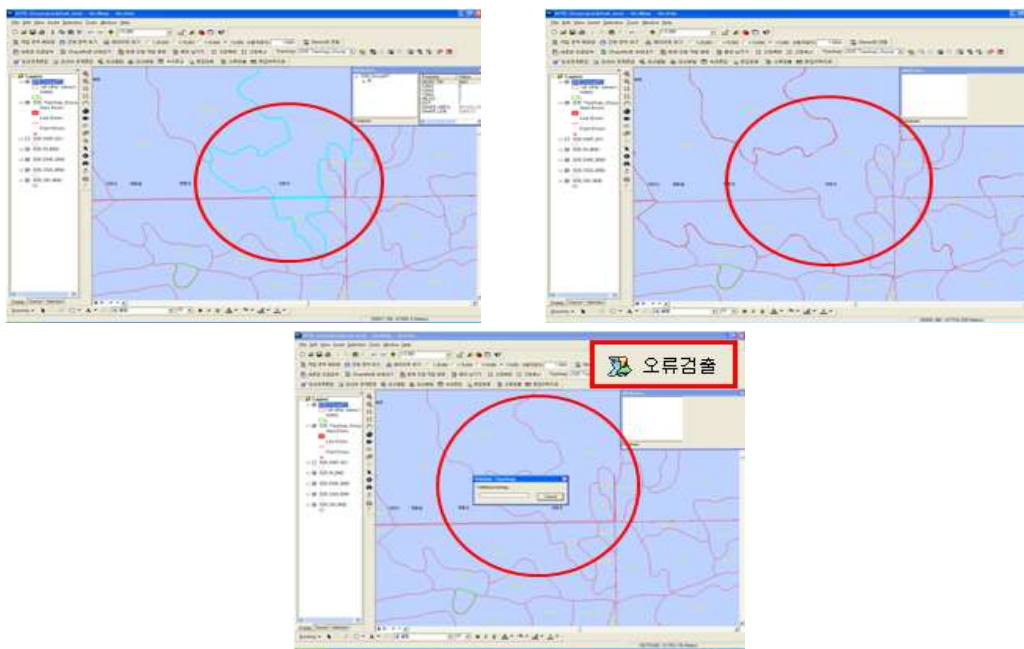


FIGURE 6. 오류검출을 통한 편집기능

4. 편집관리

관독자가 해당하는 도엽에 대하여 편집이력을 생성 및 조회하고 이를 통해 편집 이전 상태 또는 특정 편집 상태로 되돌릴 수 있다. 따라서 해당 편집 세션 내에서 해당하는 편집단위로 이동할 수 있으며, 임상의 편집 단위에 따른 형상 변화를 파악할 수 있다. 또한 공간 DB엔진을 통한 다중사용자편집에 의하여 동일한 수치임상도를 여러 명이 동시에 편집할

수 있고 다른 관독자에 의해 공통된 임상에 대하여 편집이 이루어지면 편집된 내용의 수용여부를 확인하여 판정할 수 있도록 구성하였다(그림 7).

5. 작업관리

작업관리 기능은 도엽별/도엽번호별, 관독자별, 승인요청/승인/반려/최종승인/승인취소 등 도엽별로 수치임상도의 작업현황을 조회할 수

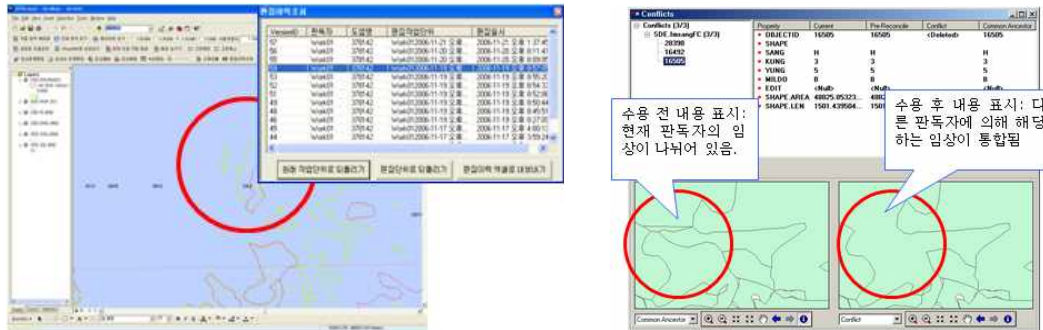


FIGURE 7. 편집이력관리(좌) 및 다중사용자편집(우)

있으며, 조회결과는 엑셀 포맷으로 내보내기 할 수 있다. 조회 결과는 Text와 Index Map 형태로 구분하여 확인할 수 있다(그림 8).

이와 동시에 도엽별, 판독자별, 작업상태별(작업 중, 작업예정), 전체진행률, 작업연도별 등의 작업진도 현황을 Graph 및 Index Map 형태로 확인할 수 있으며, 관리자는 작업도엽

을 판독자에게 할당 및 변경할 수 있다(그림 9).

최종 승인된 도엽은 도엽별, 행정경계 단위별, 주제도 형태별(임상, 영급, 경급, 소밀도)로 저장(*.shp)할 수 있으며, 하나의 파일 또는 도엽단위로 분할하여 저장(*.shp)할 수 있도록 구분하였다. 또한 저장 시에 사유 및 배

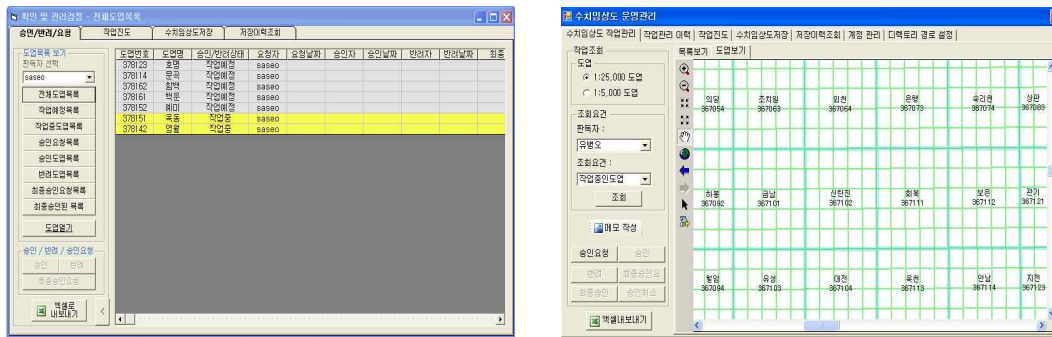


FIGURE 8. 판독자별 승인/반려 현황 조회 및 요청

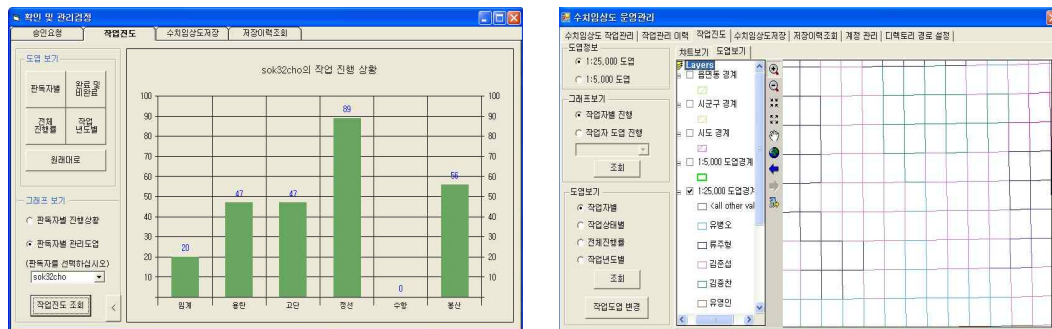


FIGURE 9. 작업진도 조회

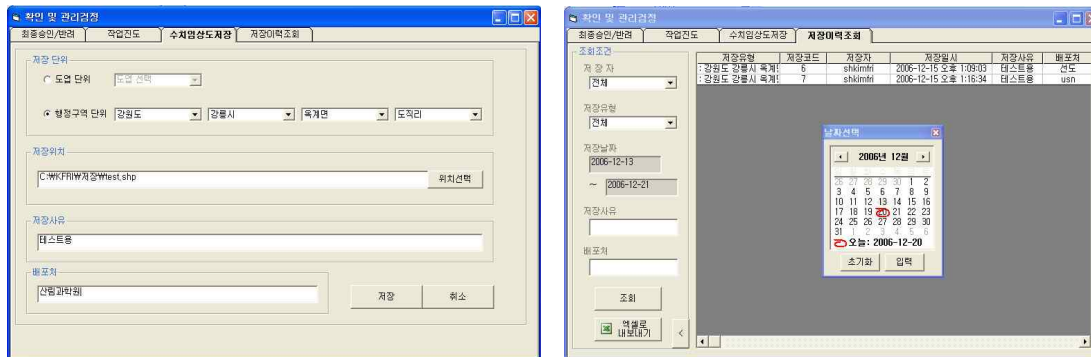


FIGURE 10. 수치임상도 저장(좌) 및 이력조회(우)

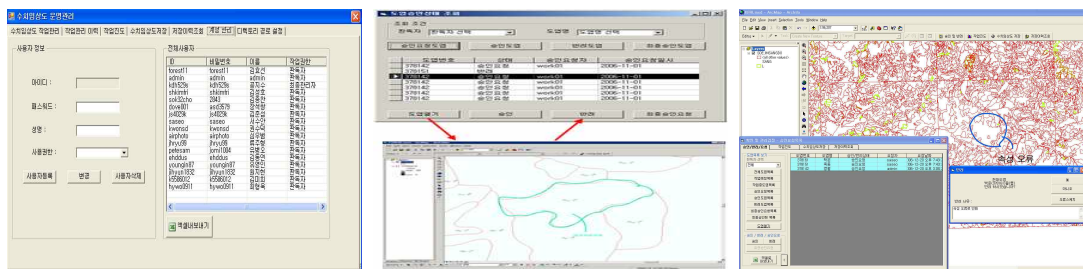


FIGURE 11. 판독자 계정관리(좌), 디렉토리 관리(중), 반려 오류스케치(우)

포처를 기록하여 관리할 수 있는 기능을 추가 하였으며, 저장일자별로 조회/출력 및 내보내기 기능을 통해 문서화할 수 있도록 구성하였다(그림 10).

그리고 여러 명의 판독자 계정 및 권한을 관리하기 위하여 관리자 모드 기능을 개발하였다. 관리자는 판독자에게 ID와 Password를 등록/변경/삭제할 수 있으며, 등록된 판독자에게 작업할 도엽을 지정 및 변경할 수 있다. 또한 수치임상도DB, 항공사진DB 등 네트워크 DB경로 설정 기능을 통하여 새로운 데이터 추가 및 불필요한 데이터 등의 경로 등을 등록/변경/삭제하여 효율적으로 관리할 수 있도록 운영·관리 측면의 기능을 강화하였으며, 승인 요청된 수치임상도에 대하여 오류 부분을 Graphic 형태로 스케치하여 반려할 수 있는 작업권한별 결재체계를 구성하였다(그림 11).

적용 결과

본 프로그램을 통하여 각 판독자에게 할당된 도엽 중 작업이 완료된 영월(378142) 도엽을 대상으로 운영·관리 작업공정 중 해당 도엽 검색-편집-인접도엽 및 Polygon 간의 속성분석-면적산출-단위별 shp 파일 내보내기 등의 몇 가지 기능을 적용해 보았다. 여기서 검색과 편집은 생략하였다. 속성조합 Symbol(예: $D_1 - II''$) 배치 원칙에 위배되는 동일한 Symbol의 Polygon을 검출하여 수정한 결과는 그림 12(좌)와 같으며, 이에 대한 결과는 화면상에 표시해주어 작업의 효율성을 증대시켜 준다. 또한 속성분석과 오류검출을 통해 완료된 도엽은 임상별, 경급별, 영급별 등과 같은 속성별 면적을 산출하여 그림 12와(중) 같이 화면에 표시할 수 있으며, 행정단위별 또는 주제도 형태별로 Shp 파일을 내보낼 수 있다. 그림 12(우)는 강원도 영월군 영

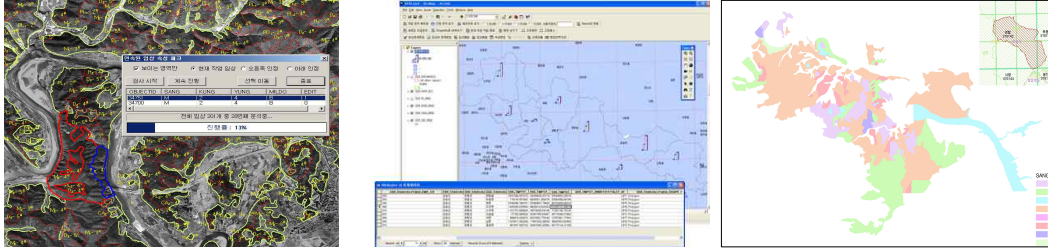


FIGURE 12. 속성분석(좌), 면적산출(중), Shp 파일 내보내기(우)

월읍 팔괴리에 대한 임상별 분포도를 내보내기 한 결과이다.

결론

기존의 임상도 제작 및 운영·관리는 아날로그 환경으로 방대한 자료의 임상도를 손쉽게 검색하고 공정을 관리할 수 없었다. 이를 개선하기 위하여 공간DB엔진을 기반으로 공간데이터를 생성하여 공간DB검색, 작업내역 및 진도과약, 인접 도엽 간의 검정/편집, 완료도엽 승인 및 반려 기능 등의 응용 모듈을 개발하여 전체적인 작업공정을 한 눈에 파악할 수 있도록 커스터마이징 하였다. 본 프로그램은 방대한 자료의 임상도를 통합 구축(Versioning)하여 전국의 수치임상도를 여러 판독자가 동시에 작업할 수 있고 오류검출 및 편집관리 그리고 승인/반려 등 위의 기능을 통하여 데이터의 무결성(Integrity), 논리적 일관성(Logical consistency), 안전성(Security)을 확보할 수 있으며(Zuo *et al.*, 2006), 또한 임상도를 수시 갱신할 수 있는 공간데이터 모델로 확장할 수 있으며, 데이터의 질적 인증(Quality authentication)과 분석을 위한 추적이 가능한 특징을 가지고 있다(Zhou *et al.*, 2009).

따라서 대용량의 임상도 및 항공사진 자료를 보다 쉽게 운영 관리할 수 있도록 확장이 가능하며, 다자간 작업이 가능할 뿐만 아니라 유능한 경험자가 초보자에게 판독 등 임상도 제작 기술을 지도 전수하는 곳에도 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 수치화하기 이전의 임

상도는 보급하거나 유통하는 데에도 많은 시간이 소요되었으나 이 프로그램에 의해 완성된 수치임상도는 보다 빠르게 수요자에게 전달될 수 있으며, 행정구역별, 지역별, 도엽별 통계산출도 용이하여 보다 빠른 산림자원정보를 전달할 수 있을 것으로 기대한다. **KAGIS**

참고 문헌

- 국립산림과학원. 2008. 1:5,000 임상도 제작 방안 수립. 93쪽.
- 김경민, 김철민, 전은진. 2009. 1:25,000 수치 임상도 제작체계 표준화 연구. 한국지리정보학회지 12(3):143-151.
- 김경탁, 최윤석, 김주훈. 2004. 하천 네트워크 기반의 유역관리시스템 개발을 위한 프레임워크 공간 DB 구축에 관한 연구. 한국지리정보학회지 7(2):87-97.
- 김경탁, 최윤석, 장재혁. 2004. HyGIS와 TOPMODEL의 연계에 관한 연구. 한국지리정보학회지 7(4):155-165.
- 김기욱, 김창수. 2010. 공간DB 기반의 강우-유출 모의를 위한 데이터 모델 설계. 한국지리정보학회지 13(4):1-11.
- 김철민, 노대균, 전은진. 2004. 수치임상도 접합에 의한 우리나라 산림정보지도 제작. 한국임학회 학술연구발표논문집. 64-66쪽.
- 김항집. 2005. 디지털 지리정보DB를 활용한 토지적성평가 결과의 향상을 위한 실행방법

- 연구. 한국지리정보학회지 8(1):1-12.
- 유병오, 권수덕, 김성호. 2008. 수치임상도 제작을 위한 영상탐재 현장조사 시스템 개발. 한국임학회지 97(4):445-451.
- 정명훈, 서용철. 2008. WebGIS를 통한 고해상도 영상지도의 속도향상을 위한 연구. 한국지리정보학회지 11(4):161-171.
- ESRI. 2010. ESRI Support Center (<http://www.Esri.com>).
- Oosterom, P.J.M. van and C.H.J. Lemmen. 2001. Spatial data management on a very large cadastral database. Computers, Environment and Urban Systems 25(4-5):509-528.
- Zuo, R., G. Wang and Q. Xia. 2006. Developing a geological management information system: national important mining zone database. Journal of China University of Geoscience 17(1):79-94.
- Zhou S., N. Regnauld and C. Roensdorf. 2009. Generalisation log for managing and utilising a multi-representation spatial database in map production. Computers, Environment and Urban Systems 33(5):334-348. **KAGIS**