한국지리정보학회지 7권 2호 : 78~87(2004)

산불진화정보 관리를 위한 Mobile GIS 공간 데이터 압축기법 개발

조명희[1*] · 이명보[2] · 이시영[2] · 김준범[2] · 권봉겸[3] · 허영진[1]

Developing Mobile GIS Spatial Data Compression Method for Forest Fire Extinguishment Information Management

Myung-Hee JO[1*] · Myung-Bo LEE[2] · Si-Young LEE[2] · Joon-Bum KIM[2]
Bong-Kyum KWON[3] · Young-Jin HEO[1]

요 약

최근 무선 인터넷 및 통신기술의 눈부신 발달과 LBS(location based service)개념을 기반으로 한 mobile GIS 기술 개발은 대규모 산불 발생시 정확한 현장 파악과 신속한 상황보고 뿐만 아니라 사고 예방과 분석·평가에 이르기까지 의사결정지원시스템으로 자리를 잡고 있다. 본 연구에서는 지상진화대의 정확한 위치와 이동상황을 실시간으로 파악하여 안전한 진화작업 유도 및 산불진화 환경정보를 제공을 목적으로 mobile GIS 기술 기반의 산불진화정보 관리시스템을 설계하고 네트워크 부하감소를 위하여 '.gci'라는 공간 데이터 압축기법을 개발하여 면, 선, 주기 데이터에 대하여 51~62%의 높은 압축률을 구현하였다. 따라서 대규모 산불 발생시 일어날 수 있는 안전사고를 미연에 방지하고 사고 발생시 신속한 후속조치로 안전하고 과학적인 산불진화 업무를 수행할 수 있도록 하였다.

주요어: LBS, 산불진화정보 관리시스템, 공간 데이터 압축

ABSTRACT

Recently GPS and mobile GIS technologies based on LBS (location based service) have played an important role as DSS (decision supporting system) for domestic forest fire extinguishment policies. In this study forest fire extinguishments information management system based on mobile GIS technique was designed to seize the exact location on wireless network so that it helps to guide the safe and efficient extinguishments affairs and provide the extinguishments environment toward ground fighting

2004년 5월 22일 접수 Recieved on May 22, 2004 / 2004년 6월 19일 심사완료 Accepted on June 19, 2004
1 경일대학교 도시정보지적공학과 Department of Urban Information·Cadastral Engineering, Kyungil University
2 국립산림과학원 Korea Forest Research Institute
3 (주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 Spatial Information Technique Research Institute, GEO C&I
* 연락저자 E-mail: sorabol00@hanmail.net

teams and the central forest government in real time. Moreover, possibly to operate this system, the foundation technologies by the name of '.gci' such as the spatial data compression method, the spatial data transmission method over wireless network and the spatial analysis interface on PDA should be mainly considered. Especially, in this study the spatial data compression method having high compression rate from 51% to 62% for each polygon, line, and point data, without the loss of data was developed.

KEYWORDS: LBS, Forest Extinguishment Information Management System, Spatial Data Compression

서 론

국내 산불은 날씨가 가장 건조하고 낙엽이 많이 쌓여 있는 춘기와 추기에 집중적으로 발생하고 있다. 특히 1990년대 들어와서는 산불발생 건수와 피해규모가 매년 증가하는 실정으로 산림청과 지방자치단체 등에서는 산불 예방 및 진화와 피해지역의 복구에 대규모 인력과 예산이 소요되고 있다(조명희 등, 2001).

그러나 현실적으로 산불진화 현장상황 및 지상진화대의 진화경로에 대한 정보를 실시간으로 획득할 수 있는 첨단 공간정보기술을 이용한 응용시스템의 개발은 아직 국내에서는 미비한 실정이다.

최근 무선 인터넷 및 통신기술의 눈부신 발달과 LBS(location based service)개념을 바탕으로 한 Mobile GIS기술 개발은 대규모 산불발생시 정확한 현장 파악과 신속한 상황보고 뿐만 아니라 사고 예방과 분석 · 평가에 이르기까지 안전관리를 효과적으로 지원 할 수 있는 최첨단 의사결정지원시스템으로 자리를 잡아가고 있다.

실제로 mobile GIS 기술은 PDA와 GPS를 이용하여 차량의 실시간 위치 및 이동량 조회와 사고 등 긴급 상황에 대한 서비스를 지원하는 긴급차량관제시스템 등이 운영되고 있다(이기영 등, 2002). 이러한 mobile GIS의 국내외 기술력과 그 활용성을 감안하고 국지적으로 일어나는 우리나라 산불 특성으로 볼 때 진화 현장에 투입되는 지상진화대가 GPS 수신기가 장착된 PDA 단말기를 휴대하고 mobile GIS 기술을 기반으로 한 위치정보 및 진화 환경정보에 대한 공간분석 결과를 중앙관제국에 시각적으로 실시간 전송한다면 과학적인 산불진화 전략 수립을 위한 효율적인 의사결정지원시스템으로 그 기반을 마련할 수 있을 것이다. 아울러 지상진화대의 정확한 위치와 이동상황을 실시간으로 파악하여 안전한 진화작업을 유도할 수 있어 지상진화대에게는 심리적 안정감과 중앙정부 정책에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 시너지 효과를 획득할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 mobile GIS 기반의 산불진화정보 관리시스템 개발을 위한 전체적인 시스템 설계와 관련 기반기술 개발에 목적이 있으며 특히 PDA환경은 일반 데스크 탑 PC에 비하여 상대적으로 열악한 개발환경과 프로세스를 사용하므로 GIS 서비스의 경우 공간 데이터의 경량화 기법과 압축 기술이 필수적이다. 따라서 현재 사용되고 있는 여러 공간 데이터의 포맷 중 표준화된 파일 형태인 shape file(.shp)을 기반으로 데이터 압축 기법을 개발하여 원 데이터의 손실을 최소화하면서 50% 이상의 높은 압축률을 보여주는 '.gci' 압축 프로그램을 개발하였다.

향후 본 시스템은 지상진화대원을 위한 서비스뿐만 아니라 일반 국민들에게 지상 산불진화에 대한 정보 즉, 실시간 산불 진화 환경정보와 대피소 및 관련 시설물정보 등과 같은 대국민 서비스를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

Mobile GIS기술 기반의 시스템 설계

본 연구에서 제시하는 mobile GIS 기술 기반의 산불진화정보 관리시스템은 산불 발생시 초등진화를 위해 배치된 지상진화대의 정확한 위치정보 파악 및 안전사고에 대한 신속한 조치, 실시간 산불현황 및 진화현황정보를 중앙정부로 전송함으로써 과학적인 산불진화 업무를 수행하는데 크게 도움이 될 것이다. 그림 1은 본 시스템 개발에 대한 전체적인 작업 수행 흐름과 개발 후의 기대효과에 대한 모식도를 보여주고 있다.

FIGURE 1. Study flow chart

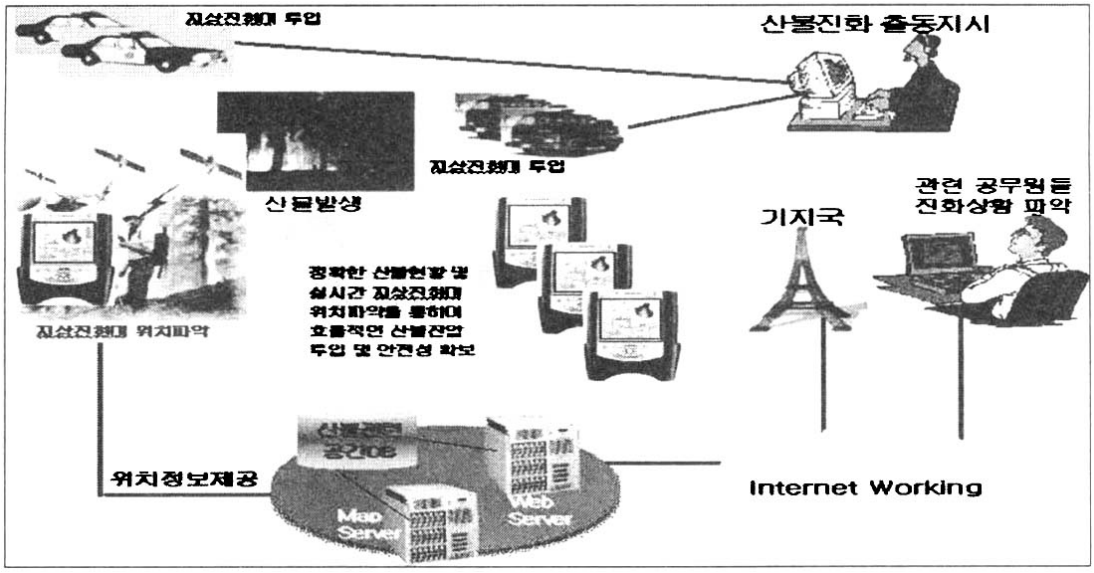

FIGURE 2. Forest extinguishment information management system based on mobile GIS technology

그림 2는 산불진화정보 관리를 위하여 이동성과 시·공간적으로 활용이 가능한 무선통신을 기반으로 지상진화대, 기지국, 중앙정부 관제시스템을 통합 연결한 실제 본 시스템의 운영도를 모식화한 것이다(Jo et al, 2002).

산불진화 공간 자료 압축기법 개발

1. GIS DB 설계 및 구축

mobile GIS 기술을 이용한 산불진화정보 관리시스템 개발에 필요한 공간데이터는 경북 의성지역을 대상으로 축척 1:5,000 수치지형도 기반 수계, 등고선, 등산로, 도로망, 묘지 등의 정보를 ArcView 3.2와 ArcGIS 8.1을 이용하여 54개의 레이어로 분류, GIS DB를 구축하였다. 또한 도면 접합부분의 구조화 편집 작업을 위해 Arc/Info의 ToolEdit와 AML을 사용하여 기본 데이터를 처리하였으며 공간 데이터의 불필요한 vertex와 레이어의 삭제 및 통합으로 DB 용량을 경량화 하였다. 그리고 시스템 상에서 진화 환경정보에 대한 사용자의 식별력 향상을 위해 등고선, 도로, 수계의 면형화 작업을 수행하였다.

표 1과 그림 3은 본 시스템에서 사용될 GIS 공간 데이터의 레이어 코드와 연구지역의 GIS 데이터 구축결과를 나타낸 것이다.

TABLE 1. Digital topography map layer

대분류코드	구 분	코 드	내 용	대분류코드	구 분	코 드	내 용
2	하천	2111	실폭하천	5	묘지	5113	묘지계
		2112	세류			5311	묘기
		2113	건천	6	시설물	6225	울타리
		2114	호수 · 저수지	7	지명	7111	주곡선
		2216	댐			7114	계곡선
3	도로	3111	고속도로	9	주기	9111	도로
		3112	일반도로			9113	도로시설
		3113	지방도			9114	다리
		3115	시도			9131	하천
		3116	군도			9132	세류
		3117	연락간도로			9133	하천시설
		3118	보조간도로			9141	지방행정기관
		3119	소로			9143	기타행정기관
4	건물	4111	주택외건물			9151	식생
		4112	주택			9153	삼림역
		4113	연립주택			9154	벌채지설
		4115	아파트			9213	도
		4119	집단가옥집계			9214	시
		4214	시장			9216	법정동
		4215	군청			9217	행정동
		4216	구청			9221	도
		4217	읍사무소			9222	군
		4218	동사무소			9223	읍
		4219	면사무소			9224	면
		4223	경찰서			9225	리
		4231	소방서			9226	자연구역
		4423	성			9253	산불통합관리지리정보

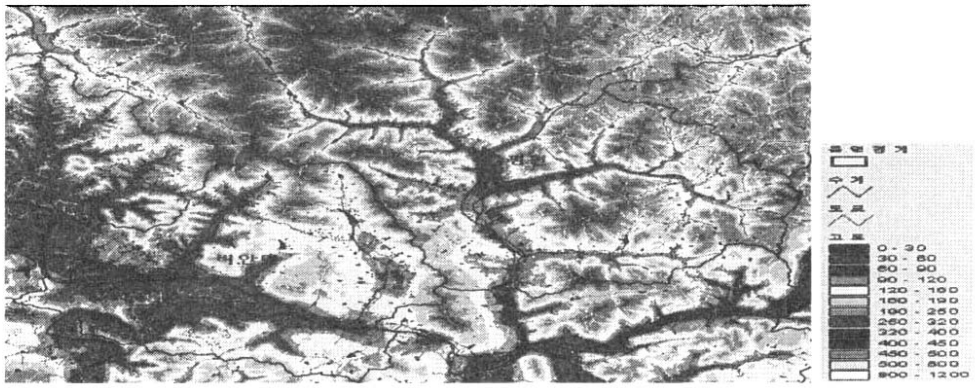

FIGURE 3. GIS DB construction for forest extinguishment

2. 네트워크 부하감소를 위하여 데이터 압축 기법 개발

PDA환경은 일반 데스크탑 PC에 비하여 상대적으로 열악한 개발환경과 프로세스로 GIS서비스의 경우 DB의 경량화와 압축된 파일 기법이 반드시 필요하다(이기영 등, 2002). 특히 본 연구에서 설계하고 개발 중인 mobile GIS 기술기반의 산불진화정보 관리시스템에서 실시간으로 지상진화대의 산불진화 작업현황 및 환경정보와 최단거리 진화경로를 공간분석하고 이를 중앙정부에 전송하기 위해서는 최적의 경량화와 압축된 공간 데이터가 필요하다. 이를 위해 불필요한 자료를 삭제하고 차후 부가적인 기능을 추가하기 위해서 데이터 구조를 변화한 압축을 시도하였다.

본 연구에서는 .dxf 상태의 수치 공간 데이터를 현재 사용되고 있는 여러 공간 데이터의 포맷 중 가장 일반적인 파일형태의 Shape 파일로 변화하고 이를 포맷 분석하여 약 50% 이상의 압축률 향상을 보여주는 '.gci' 압축프로그램을 개발하였다. 그 결과 원 데이터의 손실을 최소화하면서 높은 압축률을 나타내는 공간 데이터 압축 파일을 생성할 수 있었다. 그림 4는 PDA 상에서 운영될 공간 데이터의 작업공정 과정을 파일 포맷으로 모식화한 것이다.

1) gci 파일 포맷

본 연구에서 분석 개발한 gci 압축 프로그램의 파일 포맷과 shape 파일 포맷을 비교분석한 결과 우선 shape 파일의 헤더부분 자료구조 형태는 X_{min}, Y_{min}, X_{max}, Y_{max}, Z_{max}, Z_{min} 등의 좌표데이터가 double형인 8byte로 구성되어 있어 총 길이가 100byte이다(김채승 등, 1999). 반면 gci 파일의 헤더부분 자료구조 형태는 좌표를 표현하는 자료형은 실수형이 아니라 정수형을 써서 처리속도를 높일 수 있도록 하기 위해 long형의 4byte인 single로 구성하였다. 또한 double의 경우 8byte의 기억공간을 차지하지만 long의 경우 4byte의 기억공간을 차지하기 때문에 파일 크기 측면이나 메모리 절약 측면에서도 효과적이다. 아울러 2차원적인 공간상에서 필요없는 Z_{max}, Z_{min} 등의 정보는 삭제하여 총 길이가 32byte로 감소하였다. 표 2는 본 연구에서 개발한 gci 압축 파일의 헤더파일 부분의 파일 구조 정보를 나타낸 것이다.

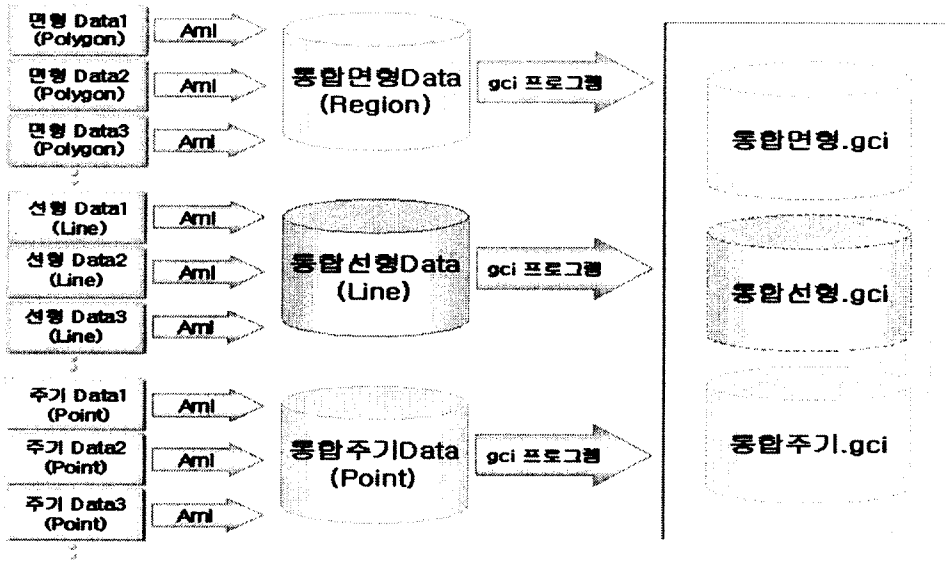

FIGURE 4. Spatial data processing for PDA

TABLE 2. 'gci' header file information

자료위치	자료항목	자료유형	비고
0byte	파일버전	Long	·
4byte	지형 유형 형태	Long	1:점, 3:선, 5:면의 정보
8byte	데이터 수	Long	·
12byte	레코드 수	Single	·
16byte	X_{min}	Single	·
20byte	Y_{min}	Single	·
24byte	X_{max}	Single	·
28byte	Y_{max}	Single	·

위에서 정의된 헤더 파일에 지형 유형 형태에 따라 포인트, 라인 폴리곤의 자료구조가 덧붙여지는데 shape 파일의 경우 레코드 헤더와 레코드 내용으로 구성되어 있으며 이중 레코드 헤더는 레코드 번호, 레코드 길이를 나타내는 8byte와 지리 유형, 좌표 정보를 나타내는 레코드 내용의 20byte로 구성되어 있다(김채승 등, 1999). 반면 본 연구에서 개발한 gci 압축 파일은 레코드 헤더와 레코드 내용을 하나로 통합하여 일련번호, X, Y의 좌표 정보로 12byte로 구성하였다. 즉, gci의 압축 파일 중 지리 유형이 포인트인 경우 총 파일 길이는 헤더부분의 32byte와 한 레코드 수당 12byte로 평균적으로 약 50% 정도 압축효과를 얻을 수 있었다.

TABLE 3. Point feature data type

자료위치	자료항목	자료유형	비고
0byte	일련번호	Long	·
4byte	X좌표	Single	·
8byte	Y좌표	Single	·

다음으로 지형 유형이 라인과 폴리곤인 경우 shape 파일의 자료구조를 살펴보면 지리 유형 정보, 데이터의 경계(좌상단 X, Y좌표와 우하단 X, Y좌표), 총 부분수, 총 포인트 수, 한 부분에서의 시작 포인터 위치, 각 포인트별 좌표 정보들로 구성되어있다(김채승 등, 1999). 반면 gci 파일은 일련번호, 총 부분수, 총 포인트수, 각 부분의 일련번호, 배열로 이루어진 각 포인트별 좌표정보 등으로 구성되어 있다. 표 3과 4는 점과 라인 및 폴리곤의 지리유형 구조를 가진 gci 파일 데이터 구조를 나타내고 있다.

TABLE 4. Line and polygon feature data type

위치	항목	유형	비고
0byte	일련번호	Long	·
4byte	총 부분수	Long	·
8byte	총 포인트수	Long	·
12byte	부분 일련번호	Long	·
16byte	X	Single	·
20byte	Y	Single	·

TABLE 5. Compaction rate comparison between shape and gci

레이어	shape	gci	압축률
하천	23.1MB	8.7MB	62%
도로	20.3MB	8.8MB	57%
건물	12.3MB	5.1MB	58%
묘지	10.6MB	4.9MB	54%
등고선	72.1MB	35.3MB	51%
지명	0.3MB	0.13MB	57%

3. gci 압축 기법의 성능 평가

의성지역 1:5,000 축척의 238도엽에 대한 수치 지형도의 원 데이터인 '.dxf' 파일 포맷의 경우 그 용량은 1.38GB이며 이들 데이터에서 불필요한 레이어의 삭제 및 통합을 수행한 shape 파일로의 변환을 통하여 139MB로 경량화 하였다.

아울러 용량이 줄어든 shape 파일을 대상으로 gci 압축 프로그램 수행한 결과 총 데이터의 용량은 63MB로서 shape 파일 포맷 보다 무려 55% 이상의 압축 효과를 얻을 수 있었다. 즉, 건물 레이어, 등고선 레이어, 지명 레이어가 shape 파일인 경우 12.3MB, 72.1MB, 0.3MB인 데이터 용량이 5.1MB, 35.3MB, 0.13MB로 높은 압축률을 보였으며 특히 데이터 용량이 23.1MB인 하천의 경우 8.7MB로 62%의 최고의 높은 압축률을 보였다. 전반적으로 원 데이터의 손실을 최소화하면서 평균 55% 정도의 압축률을 보였다.

표 5는 본 산불진화정보 관리시스템에서 운영될 공간 데이터의 용량 크기와 압축률을 나타낸 것이다.

그림 5, 6, 7, 8은 Shape 파일 포맷을 gci 파일 포맷으로 변환한 경우 압축률 비교와 폴리곤 레이어인 건물과 라인 레이어인 등고선의 shape 파일과 gci 파일을 보여주고 있다.

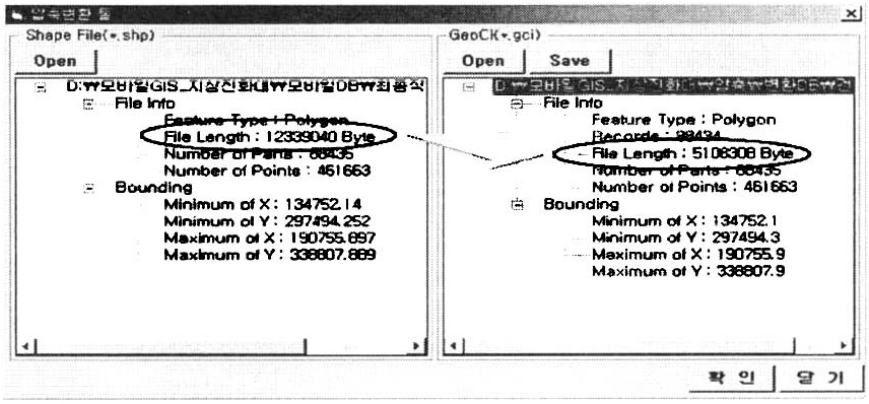

FIGURE 5. Conversion shape file format to gci file format(polygon layer)

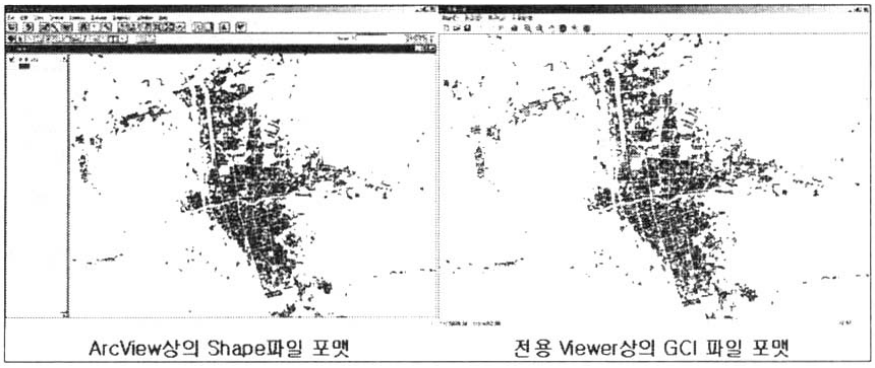

FIGURE 6. Comparison between shape and gci(building layer)

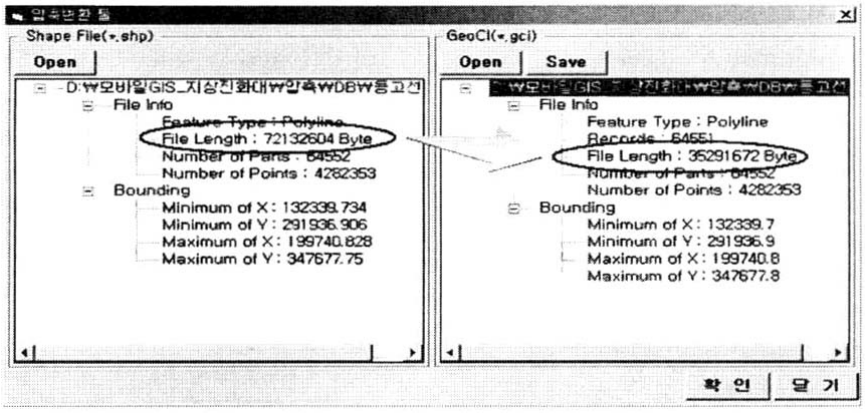

FIGURE 7. Conversion shape file format to gci file format(line layer)

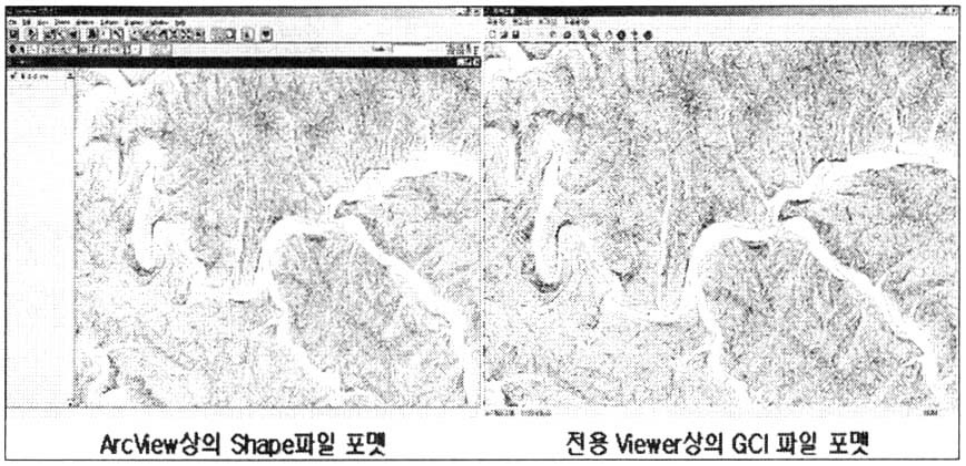

FIGURE 8. Comparison between shape and gci(contour layer)

결 론

본 연구는 최신의 웹 기반 GIS와 GPS기술을 바탕으로 공간정보기술과 무선통신기술, LBS (location based service)가 통합된 mobile GIS를 이용하여 신속하고 효과적으로 산불현황정보를 획득하고 지상진화대의 실시간 위치파악으로 안전한 산불진화 작업을 수행할 수 있는 산불진화 정보관리시스템을 설계하고 공간데이터 압축기술을 개발하였다.

이를 위하여 지상진화대 위치정보, 시설물 및 진화환경 정보를 효율적으로 구현하기 위한 GIS DB를 구축하였고 이를 기반으로 무선 네트워크 상에서의 성공적인 이동성 및 저장성과 공간분석이 가능하도록 '.gci' 공간 데이터 압축 프로그램을 개발함으로서 원본 데이터의 손실을 최소화하면서 압축률이 높은 공간 데이터를 획득하여 PDA기기 내에 저장시킬 수 있었다. 향후 mobile GIS 기술 기반의 산불진화정보 관리 시스템 개발이 완료된다면 다음과 같은 사회적 시너지 효과를 얻을 수 있으리라 사료된다.

첫째, 대규모 산불 진화시 투입되는 지상진화대의 안전한 업무지원과 과학적인 초동진화가 가능하여 기존에 소요되는 산불진화관리의 인력과 경비의 절감을 가져올 수 있다.

둘째, 지상진화대의 현재 위치정보를 실시간으로 중앙관제소에 알려줌으로서 위험지역이나 폐쇄지역에서는 안전한 탈출을 안내할 수 있으며 위험지점을 정확하게 분석하여 신속하게 사고처리를 할 수 있다.

셋째, 정확한 산불진화 상황과 주변 진화환경 정보를 획득함으로써 중앙관제국의 일관성 있는 산불 진화명령체계를 구축할 수 있을 것이다.

넷째, 산불 진화 환경정보, 날씨 정보, 대피소 및 관련 시설물정보를 산불진화지역에 있는 PDA 단말기로 지상진화대 뿐만 아니라 국민에게도 서비스함으로서 대국민 산불진화서비스 체계를 구축할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것이다

또한 향후 국가안전관리 시스템과의 연계로 국가적 재난 재해에 대한 긴급구조와 지령관제 체계 확립 및 과학적인 방법에 근거한 재난재해 대응 및 관련 응용 사업기반을 마련을 할 수 있을 것이라 기대된다. KAGIS

참고문헌

경일대학교 공간정보시스템연구센터. 2002. 과학적인 산불관리를 위한 GPS시스템 구축 완료보고서. 88쪽.

경일대학교 공간정보시스템연구센터. 2002. 산불 통계정보 관리시스템 구축 완료보고서. 57쪽.

김채승, 윤창진. 1999. 지리정보체계. 대영사, 서울.

이기영, 노경택. 2002. Mobile GIS를 위한 클라이언트 인터페이스의 설계 및 구현. 한국컴퓨터정보학회논문지 7(4):15-21.

조명희, 오정수, 이시영, 조윤원, 백승렬. 2001. GIS를 이용한 산불 정보관리시스템 개발. 한국지리정보학회지 4(3):41-50.

조명희. 2001. 공간정보기술을 이용한 산림관리 시스템 개발(The Development of a Forest Resourcet Management System Using Spatial Information Technology). 한국지리정보학회 한일공동 국제세미나. 117-130쪽.

조명희, 조윤원, 오정수, 2002. 웹 기반 산불위험지수 예보시스템 개발. 2002 대한원격탐사학회 공동 춘계학술대회 논문집. 120-125쪽.

조명희, 조윤원, 안승섭. 2002. 웹 기반 산불위험지수 표출시스템에서의 UML(Unified Modeling Language)설계 사례. 한국지리정보학회지 5(1):58-68.

조명희, 조윤원, 김준범, 김현식. 2002. 웹 지리정보시스템 기술을 이용한 산불 현황정보 관리시스템 개발. 한국지리정보학회지 5(4):93-105.

조승호. 2002. 무선인터넷 기반의 모바일 솔루션 사례 연구. 강남대학교 산학기술연구소 논문집 13(1):131-145.

Amy, G.G. and W.N. Xiang. 1993. A knowledge based GIS approach for forest fire management. Proceeding of the Thirteenth Annual ESRI User Conference. Vol. 1, pp. 441-450.

Woods, J.A. and F. Gossette. 1992. A geographic information system for fire hazard management. ASPRS/ASCMS/RT. Vol. 3, pp.56-65.

Jo, M.H., M.B. Lee, K.D. Bu and S.R. Baek. 2000. The construction of forest fire monitoring system using internet GIS and satellite images. Proceedings of International Symposium on Remote Sensing. pp.61-64.

Jo, M.H. and Y.W. Jo. 2002. Developing the forest fire extinguish equipment management system using GPS and GIS. Proceedings of the 23rd Asian Conference on Remote Sensing. Nepal, Nov. 25-29, 2002. pp.252

Jo, M.H., Y.W. Jo, J.S. Oh and S.Y. Lee. 2001. The design and implementation of dynamic load balancing for web-based GIS Services. Proceedings of the 22nd Asian Conference on Remote Sensing. Singapore, Nov. 5-9, 2001. Vol. 1, pp.96-101.

Jo, M.H., Y.W. Jo, J.S. Oh and S.Y. Lee. 2001. Analysis and Design of 2FMS (Forest Fire Management System) through CDBP(component based development process). Proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2001. Cheju, Korea, Oct. 31-Nov. 2, 2001. Vol. 1, pp.78-81. KAGIS