

## 공간영상정보 포맷 분석 및 표준화 방향

임정호\* · 사공호상\* · 권용대\*

### Analyses on Standard Formats of Spatial Imagery Information

Jung-ho Im\* · Ho-sang Sagong\* · Yong-dae Kwon\*

#### 요 약

이 연구는 공간영상정보의 대표적인 포맷으로 GeoTIFF, SDTS, HDF, BIIF를 크게 두 부분으로 나누어 비교·분석하였다. 첫 번째는 각 포맷의 명세를 살펴보고 4가지 기준-확장성, 호환성, 범용성, 장기적인 안정성-에 기초하여 비교하였다. 두 번째는 실제적인 활용현황 및 호환성 평가로써 현재 많이 사용되는 상용 소프트웨어 5가지를 이용하여 각 포맷의 입출력 가능성과 서로간의 호환성을 조사하였다. 그 결과 4가지 포맷 중 현재로서는 GeoTIFF가 공간영상정보를 다루는데 있어 비교우위에 있음을 알 수 있었다. 그러나 앞으로 공간영상정보가 다양해지고 대용량화해짐에 따라 수많은 포맷이 개발되고 갱신될 것이므로 표준으로 하나의 포맷만을 계속 고집해서는 안 된다고 보여진다. 지속적인 연구를 통해 적절한 표준포맷을 제시함이 바람직하며, 또한 지속적인 정책지원이 따라야 할 것이다.

**Abstract :** This study has analyzed GeoTIFF, SDTS, HDF, and BIIF as the representative formats of spatial imagery information with two parts. First is to compare 4 formats with each other based on 4 comparison criteria (extensibility, interchangeability, current widespread use, long-term stability) by analyzing specification of each format. Second is to estimate current use and interchangeability of 4 formats between 5 commercial softwares used commonly. The result shows that GeoTIFF is currently better than three other formats. However, the more various spatial imagery information are and the larger capacity they have, the more formats are developed and updated, which means that only one format should not be considered as a standard format continuously. It is better to provide a standard format

---

\* 국토연구원(Korea Research Institute for Human Settlements, GIS center)

proper to the time through continuous research and sustainable policy support should be followed.

**Key words** : standard format, spatial imagery information, GeoTIFF, SDTS, HDF, BIIF

## 1. 서 론

정보화 사회가 도래함에 따라 수없이 쏟아져 나오는 정보홍수의 관리와 유통에 범국가적 차원의 기준이 필요하게 되었다. 특히 국가지리정보체계의 구현으로 인해 지리정보에 대한 관심이 집중되고 위성을 이용한 공간영상정보<sup>1)</sup> 또한 기술의 발전에 힘입어 그 수와 양이 기하급수적으로 증가하고 있는 실정이다(국토연구원, 2000).

인공위성영상을 비롯한 공간영상정보는 현재 다양한 포맷으로 이용되고 있으며, 데이터를 다루고 처리하는 효율을 향상시키기 위해 그러한 데이터를 어떻게 표현하는지를 표준화하려는 강한 요구가 있어 왔다(CEOS, 1998). 그러나 포맷 시스템은 서로 다른 특성을 가지고 있으며 단일 포맷 표준은 모든 포맷 요구를 만족시킬 수가 없다. 많은 포맷 시스템이 다른 기관과 기구에 의해 사용되고 있으며, 앞으로 데이터가 대용량화되어짐에 따라 개발되는 포맷 또한 무수히 많을 것이다.

일반적으로 사용자의 측면에서 보면 공간영상정보는 그들이 다루는 상용 소프트웨어에 의해 이용될 수 있는 포맷으로 결정된다고도 볼 수 있다. 현재 많이 사용하고 있는 공간영상정보를 다루는 상용 소프트웨어들은 자체적으로 포맷을 보유하고 있으면서, 기타 여러 포맷들을 임포트하고 익스포트할 수 있게끔 되어 있다. 따라서 사용자들은 다른 포맷들보다 오히려 소프트웨어에서 제공하는 포맷에 더 익숙한 상태이다.

이러한 상황에서 다양한 응용분야에서 사용되고 있는 공간영상정보는 생산자와 사용자 및 사용자들 상호간에 많은 정보교환을 발생시킬 수 있다. 이때 교환되는 공간영상정보는 정확한 내용전달이 필요하며, 이를 가능하게 하면서 정보의 교환으로 인한 자료손실을 방지할 수 있는 공통된 정보전달 형식이 필요하게 된다. 따라서 공간영상정보의 상호호환성과 범용성의 확보와 개별적인 자료구축으로 인한 중복투자를 방지하기 위하여 표준화된 데이터 포맷이 필요하고 이를 이용하여 상호간의 원활한 정보교환이 이루어져야 한다.

이 연구에서는 공간영상정보의 유통과 활용에 초점을 맞추어, 일반적으로 많이 사용되고 있는 GeoTIFF(Geographic Tag Image File Format), 미국, 호주 등지에서 표준으로 사용하고 있는 SDTS(Spatial Data Transfer Standard), NASA에서 지원하는 표준인 HDF(Hierarchical Data Format), 그리고 국제표준화기구에서 인정하고 있는 BIIF(Basic

1) 공간영상정보(Spatial Imagery Information)는 위성영상, 항공사진 등 원격탐사 자료로부터 만들어지는 래스터 형태의 공간정보를 의미한다.

Image Interchange Format)의 대표적인 4가지 포맷에 대하여 비교·분석해 보고 향후 발전방향을 모색해 보고자 한다.

## 2. 방 법

이 연구는 다음 두 가지 방법을 이용하여 수행하고자 한다. 첫째, 4가지 포맷을 분석하여 서로 비교해 보는 것과 둘째, 공간영상정보를 다루는 상용 소프트웨어 중에 현재 널리 이용되고 있는 PCI EASI/PACE, ERDAS Imagine, ERMapper, Intergraph Image Analyst, ENVI를 이용하여 이 포맷들이 실제로 서로 호환하여 사용하는데 있어 문제가 없는지를 조사하여 비교해 보고자 한다.

첫 번째의 경우, 비교기준은 다음의 4가지로 제한하였다.

- 확장성 : 공간영상정보는 그 내용이 현상의 대상을 표현한 것이기 때문에 그 표현 형태가 다양하다. 영상, 심볼, 문자 등 데이터 포맷이나 길어도 각기 다르기 때문에 이것들을 지원할 수 있는 구조를 가져야 한다. 또한 추후 첨가될 수 있는 여러 정보의 형태를 고려한 확장성은 공간영상정보 표준포맷의 중요한 부분이다.
- 호환성 : 공간영상정보를 포함한 GIS 분야에 있어 데이터의 호환은 정보의 공유차원에서 중요한 문제이다. 만약 고가의 위성영상데이터를 가공하여 얻은 결과가 특정한 기종이 제공하는 내부 포맷의 비호환성 때문에 활용되지 못한다면 경제적 손실을 가져올 수도 있다. 또한 호환성은 범용성과도

관련이 되므로 추후 데이터의 활용에도 중대한 연관이 있다.

- 범용성 : 이 문제는 대중성, 편리성 및 호환성과도 관련이 있으며, 개발자의 개발환경에도 관련된다. 일반적으로 상업용 혹은 무료의 소프트웨어 지원이 범용성에 많은 영향을 미친다. 특정 표준에 따라 데이터의 포맷을 지원하는 소프트웨어의 이용가능성은 그 데이터를 읽기 위한 소프트웨어에 따라 많은 사용자에게 포맷의 적합성을 크게 향상시킨다.
- 장기적인 안정성 : 당장 사용하기 위해 표준 포맷을 선택하는 많은 사용자에게 표준의 장기적인 안정성은 유용성, 소프트웨어 지원, 광범위한 이용능력 등과 비교해 볼 때 그렇게 중요하지는 않은 것처럼 보인다. 그러나 데이터 응용과 관련된 많은 공간에 대해 보관되어진 데이터가 현재 20년 이상 동안 여전히 읽혀지고 있다는 것은 중요하다. 이는 포맷된 표준이 안정적인 속성임을 의미한다. 더 나아가 만약 포맷이 소프트웨어 라이브러리의 사용을 통해서만 구체화된다면 그에 맞는 소프트웨어의 발전이 반드시 고려되어야 한다. 장기적인 안정성과 지원은 국제표준 주체에 의해 공표되는 표준에 의해 향상되어질 수 있다. 그러나 표준 주체로부터 종이상 존재하는 표준은 그것이 소프트웨어에서 구현되는 각각의 시기에 사용할 수 있어야 한다.

두 번째의 경우, 각 소프트웨어들이 포맷을 제대로 импорт, 익스포트하는지 여부

와 한 소프트웨어에서 익스포트된 데이터를 다른 소프트웨어에서 제대로 읽을 수 있는지에 대해 비교·분석한다.

### 3. 포맷 비교·분석

#### 3.1. GeoTIFF

GeoTIFF<sup>2)</sup>는 지리정보 혹은 지도정보를 가진 TIFF(Tagged Image File Format) 파일이다. 따라서 TIFF의 파일 구조를 그대로 따른다. TIFF는 가장 널리 사용되는 이미지 파일 포맷의 하나이지만, 지도제작과 관련된 정보를 표현할 수 없다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 솔루션들이 Intergraph, ESRI, Island Graphics 등에서 개발되기는 하였지만, 이들은 각 업체들 내부에서 사용하기 위한 비공개 솔루션들이었다. 1990년 Intergraph의 주도로 TIFF "geotie" 사양을 정의하기 위한 노력이 시작되었고, 1994년에는 공식적인 GeoTIFF 메일링-리스트가 만들어졌다. 그리고 1995년, GeoTIFF을 위한 작업 제안서가 만들어졌다. GeoTIFF는 USGS의 SDTS 표준 혹은 FGDC 메타데이터 표준과 같은 기존 지리 데이터 교환 표준을 대체하려는 의도로 만들어진 것은 아니다. 그것보다는 기존의 널리 사용되는 래스터 데이터 포맷이 지리 혹은 지도와 관련된 정보를 표현할 수 있도록 하는 것이 목적이다.

#### 1) TIFF

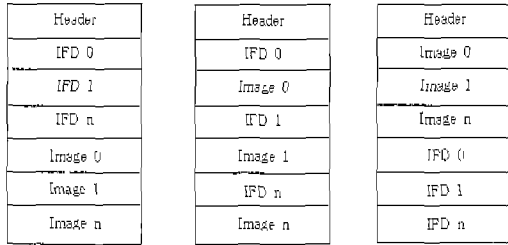
TIFF는 고정적인 이미지 파일 포맷의 문

제점을 해결하기 위해서 만든 포맷으로 유연성과 확장성, 독립성 그리고 수정할 수 있는 특징들이 있다. TIFF의 가장 큰 특징은 명칭에서 알 수 있듯이 이미지에 대한 정보를 태그의 형식으로 제공하는 것이다. TIFF는 기본적으로 제공하는 이미지에 대한 정보 외에 사용자가 사용자 고유의 정보를 제공할 수 있도록 Private Tag를 제공한다. TIFF는 일반적인 이미지 정보들을 위한 것 외에 메이커나 컴퓨터 종류 혹은 생성 날짜 및 시간, 사용 소프트웨어 등을 위한 상당히 많은 태그들을 정의하고 있는데, 모니터에 단순히 이미지를 출력하기 위해서는 기본적인 태그들만으로도 충분하다.

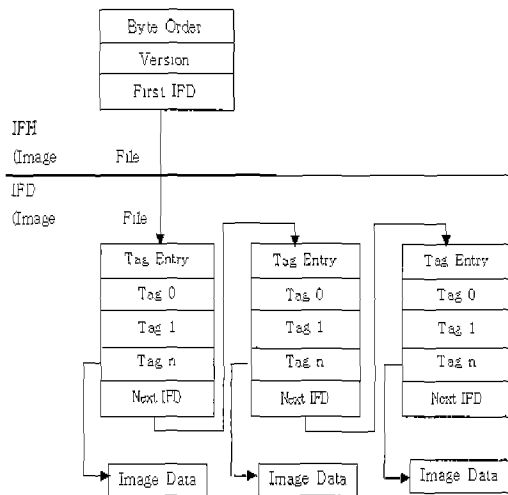
TIFF 파일은 IFH(Image File Header), IFD(Image File Directory), 이미지 데이터의 세 부분으로 구성되어 있다. 이들 중 IFH와 IFD는 반드시 필요한 구성요소이지만 이미지 데이터는 생략될 수 있다. 그러므로, 이미지 데이터가 없는 TIFF 파일이 존재할 수 있다. TIFF은 하나의 파일에 여러 개의 이미지가 함께 저장되는 것이 가능하다. 각 이미지는 하나의 IFD와 하나의 이미지 데이터로 구성되며, 이를 TIFF 서브파일(Subfile)이라 부른다. TIFF 파일에서 IFH와 IFD, 그리고 이미지 데이터의 위치관계를 살펴보면, IFH만 파일의 처음 8 bytes라는 고정된 위치를 갖고 IFD와 이미지 데이터는 [그림 1]에서 보는 것처럼 서로 다른 세 가지 위치를 가질 수 있다. 그리고 TIFF 파일의 전체적인 구조는 [그림 2]와 같다.

파일에서 이미지 데이터의 위치는 고정되어 있지 않다. TIFF는 이미지 데이터를 타일형태로 저장할 수 있도록 지원한다. 타

2) GeoTIFF는 Niles Ritter(1995)의 GeoTIFF Specification에서 주로 발췌·분석하였다.



[그림 1] IFD와 영상 데이터의 위치



[그림 2] 전체적인 TIFF 파일의 구조

일은 TIFF 6.0에서 처음 소개된 개념으로 큰 이미지를 이루는 작은 이미지로 생각할 수 있다. 시스템 자원의 제한으로 인하여 일반적인 그래픽 소프트웨어들은 6848×6848 크기 이상의 이미지를 다루는 데 어려움을 갖고 있다. 이미지 왼쪽 상단의 작은 부분을 디스플레이하기 위해서는 전체 이미지를 해독하고 메모리로 불러들여야 한다. 그러나, 이미지가 타일로 구성되어 있다면, 디스플레이되는 이미지가 저장되어 있는 타일에 대해서만 작업하면 되므로 시스템 자원을 절약하면서 디스플레이 속도

를 높일 수 있다. 타일 하나의 크기는 반드시 16의 배수이어야 하고 모든 타일들은 동일한 크기를 가져야 한다. 또한 타일들은 모두 압축되지 않거나, 만약 압축된다면 동일한 압축 방식이 사용되어야 한다. TIFF는 다른 이미지 파일 포맷보다 더 많은 압축 방식을 지원하며, 사용자 정의 태그를 통하여 지원되지 않는 압축방식을 쓸 수도 있다. TIFF이 지원하는 압축방식에는 RLE, CCITT T.4와 T.6, LZW, JPEG가 있다(기계 연구원, 1999).

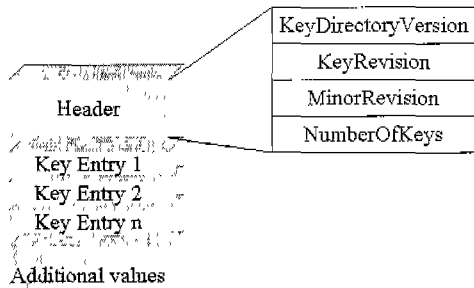
## 2) GeoTIFF

GeoTIFF 파일은 TIFF 6.0 파일이다. 즉, 지리 혹은 지도 정보를 위하여 Private Tag를 추가로 사용할 뿐이다. <표 1>은 GeoTIFF가 추가로 사용하는 6개의 Private Tag들이다. 그러나 6개의 Private Tag를 가지고는 표현하고자 하는 지리 정보를 모두 표현할 수 없다. 실제로 수백 개의 태그가 필요할 수 있다. GeoTIFF는 6개의 Private Tag만을 추가로 사용하기 위하여 Tag와 동일한 기능을 제공하는 "Keys" 집합을 사용한다.

<표 1> GeoTIFF가 추가로 사용하는 6개의 Private Tag

Tag ID	Tag Name
33550	ModelPixelScaleTag
34264	ModelTransformationTag
33922	ModelTiePointTag
34735	GeoKeyDirectoryTag
34736	GeoDoubleParamsTag
34737	GeoAsciiParamsTag

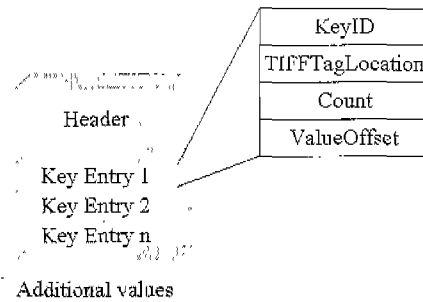
"Keys" 집합은 일종의 "MetaTag"이다. 태그와 마찬가지로 Key는 0~65535사이의 값을 갖는 식별자를 가진다. GeoTIFF의 모든 Key(GeoKey)는 6개의 Private Tag중 하나인 GeoKeyDirectoryTag를 사용하여 참조한다. GeoKey DirectoryTag는 부호없는 SHORT의 배열로 [그림 3]과 같이 Header와 Key Entry들로 구성된다. Header의 Key DirectoryVersion은 Key의 현재 버전을 말한다. 현재 이 값은 1 이다. KeyRevision과 MinorRevision은 Revision 번호를 위한 것으로, <KeyRevision>.<MinorRevision>으로 표현된다. NumberOfKeys는 이 태그에 정의된 Key의 수를 말한다. 즉 헤더 다음에 오는 KeyEntry의 수이다.



[그림 3] GeoKeyDirectoryTag 구조

KeyEntry의 구조는 [그림 4]와 같다. KeyID는 TIFF의 태그 ID에 해당하는 Key의 ID로, 0~65535 사이의 값을 갖는다. TIFFTagLocation은 Key의 값을 가지고 있는 TIFF 태그를 나타내는데, GeoKeyDirectoryTag, GeoDoubleParamsTag, GeoAsciiParamsTag, 혹은 0 값이다. Count는 Key가 가진 값의 수

를 나타낸다. ValueOffset은 TIFFTagLocation에서 값이 위치한 인덱스를 나타낸다. TIFFTagLocation = 0 이고, Count = 1 이면, ValueOffset의 값은 Key 값이다(기계연구원, 1999).



[그림 4] KeyEntry 구조

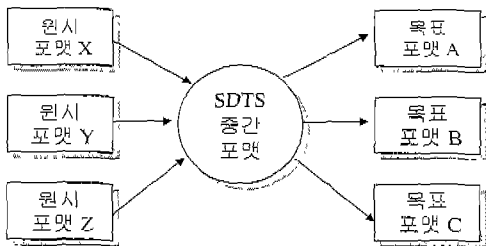
### 3.2. SDTS

SDTS<sup>3)</sup>는 이질적인 컴퓨팅 플랫폼을 사이에서 정보의 손실없이 공간 데이터를 교환할 수 있는 실용적이고 효과적인 수단을 제공한다. SDTS는 USGS 주도하에서 미국의 학계, 산업계, 연방정부, 주정부, 지방정부의 컴퓨터 매핑 및 GIS 사용자들이 1980년부터 개발하기 시작하여 1992년에 NIST(National Institute Standards and Technology)의 FIPS(Federal Information Processing Standard) 173으로 비준되었다. 또한 1994년부터 SDTS는 미국의 공간정보 유통기구인 FGDC의 공간데이터 전송 및 교환 표준으로써 모든 연방정부기관에서 반드시 따라야 하는 표준이 되었다.

3) SDTS는 FGDC(1999)의 Spatial Data Transfer Standard 및 Spatial Data Transfer Standard Part 5: SDTS Raster Profile and Extensions에서 주로 발췌·분석하였다.

SDTS의 목적은 이질적인 컴퓨터 시스템들 사이에서 수치 공간 데이터를 전송할 때, 외부정보는 최소화시키고 정보가 가진 의미는 그대로 보존하면서 데이터를 빠르고 쉽게 전송하는 것이다. 수치 공간 데이터의 생산자와 사용자들은 SDTS의 구현에 상당한 관심을 가지고 있는데, 이것은 공간 데이터 접근과 공유의 증가, 데이터 교환으로 인한 정보손실의 감소, 데이터 획득의 중복성 제거, 공간데이터의 질과 무결성 향상에 대한 가능성 때문이다.

공간 데이터 교환 표준인 SDTS는 공간 데이터를 한 플랫폼에서 다른 플랫폼으로 직접 교환하는 대신 중간 교환 포맷을 제공한다. 중간 교환은 한 세트의 인코딩, 디코딩 소프트웨어만 필요하기 때문에 더 효과적이며 소프트웨어 개발비용도 줄일 수 있다([그림 5]).



[그림 5] SDTS 개념도

전체 SDTS 명세는 실세계 현상에서부터 개념적 수준(Conceptual Level), 논리적 수준(Logical Level), 데이터의 물리적인 인코딩 수준(Physical Level)까지 서로 다른 4가지 수준의 데이터를 정의함으로써 공간 데이

터 전송을 위한 틀을 생성한다. 개념적 수준은 실세계의 개체들을 표현하는 방법을 기술한다. 여기에는 개체의 지리적, 위상적 특징들과 개체들 간의 관계들도 포함된다. 논리적 수준은 SDTS 전송을 위한 정보를 식별하고 인코딩하기 위한 데이터 포맷을 표현한다. 그리고 물리적 수준은 데이터를 물리적인 매체에 인코딩하기 위한 규칙과 특정 포맷들을 정의한다.

SDTS는 각각의 수준에서 데이터를 기록, 기술, 혹은 포맷하기 위한 일관되고 표준화된 방법들을 제공한다. 데이터가 SDTS 중간 포맷으로 변환되거나 인코딩되면, 변환된 데이터의 수신자들은 그 SDTS 데이터를 그들이 사용하는 특정 소프트웨어에서 필요로 하는 포맷으로 변환 혹은 디코딩함으로써 쉽게 그 데이터를 사용할 수 있다.

SDTS 명세는 현재 총 7개의 Part<sup>4)</sup>로 구성되는데, Part 1, Part 2, Part 3은 모든 종류의 공간 데이터에 적용되는 기본 명세이고, 나머지는 특정 공간 데이터를 위한 프로파일이다. 여기서는 SDTS 기본 사양과 래스터 프로파일과 확장(Raster Profile and Extensions)에 대해서 살펴보겠다.

### 1) SDTS 기본 사양

Part 1- 논리적 명세 : SDTS의 개념적 수준과 논리적 수준에 대한 명세를 제공한다. 공간데이터의 개념적 모델에서는 SDTS의 단순객체(Simple Object)<sup>5)</sup>들과 집단객체(Aggregate Object)<sup>6)</sup>들을 정의한다. 논리적

4) Part 1 - Logical Specifications, Part 2 - Spatial Features, Part 3 - ISO 8211 Encoding, Part 4 - Topological Vector Profile,

Part 5 - Raster Profile and Extensions, Part 6 - Point Profile, Part 7 - Computer-Aided Design and Drafting Profile

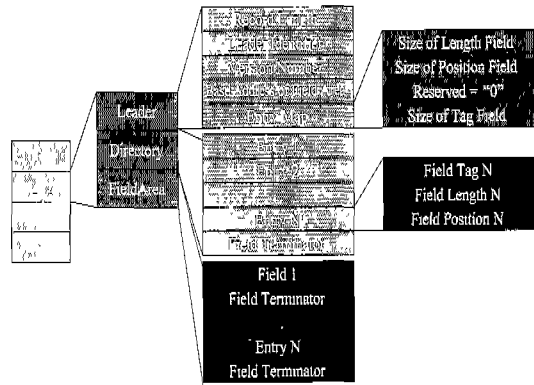
5) 점이나 선과 같이 가장 간단하게 표현되는 요소

6) 여러 개의 단순객체들이 결합되어 데이터 레이어와 같은 더 큰 객체를 이룬 것

수준에 관한 명세에서는 데이터 변환을 위한 논리적 포맷을 설명한다. 논리적 포맷은 특정 범주의 정보를 포함하고 있는 SDTS 모듈들의 내용과 기본 형식을 정의한다.

Part 2-공간 지형지물 : 공간 개체들과 관련 속성들에 대한 카탈로그(Catalogue)를 제공한다. 또한 데이터 전송에 있어서 더 큰 호환성을 제공하기 위해 공통되는 공간 개체 용어도 정의하고 있다. Part 2의 현재 버전에서는 지형도와 해도에서 공통으로 사용되는 중소 스케일의 공간 개체들로 제한되어 있다.

Part 3-ISO 8211 데이터 인코딩 : SDTS가 공간 데이터를 위한 교환 표준이라면, ISO 8211은 데이터와 그 데이터에 대한 설명을 물리적인 저장 매체 혹은 통신선로 상에 전송하기 위한 범용 데이터 교환 표준이다. 현재 SDTS는 공간 데이터를 물리적으로 인코딩하기 위하여 ISO 8211 표준을 사용한다. 그러나 필요하다면 다른 인코딩 스킴이 기본 명세 혹은 Profile을 통해 추가될 수 있다. 예를 들어, SDTS Raster Profile and Extention(SRPE)에서는 ISO 8211 대신 BIIF, TIFF, JFIF, JPEG 포맷을 사용할 수 있도록 허용되었다. ISO 8211 파일은 Data Descriptive File로 불리며, .DDF 확장자를 갖는다. 이 파일은 가변길이를 갖는 LR(Logical Record)들로 구성되는데, 파일의 첫 번째 LR은 DDR(Data Descriptive Record)이고 나머지 LR은 DR(Data Record)이다. DR은 실제 데이터를 포함하고 있으며, DDR은 DR을 분석하는 데 필요한 정보를 가지고 있다. [그림 6]은 ISO 8211 파일의 구조이다.



[그림 6] ISO 8211 파일의 구조

## 2) 래스터 프로파일 및 확장

프로파일은 특정한 유형의 공간데이터에 SDTS 기본명세를 적용하기 위한 규칙들을 제공한다. 프로파일은 특정 공간데이터 유형을 사용하기 위한 제한과 요구사항, SDTS 모듈들을 사용하기 위한 제한과 요구사항, 그리고 모듈 이름과 파일 이름을 만드는 규칙 같은 것을 정의하는 SDTS 명세의 서브셋으로 생각할 수 있다.

SDTS를 다른 표준들, 특히 EOSDIS Satellite Imagery와 DIGEST와 조화시키기 위한 많은 노력이 있어 왔다. 미국 FGDC 표준 개발과정을 이용하는 미국 래스터 담당 그룹은 가급적 특수용도의 표준으로부터 멀리 떨어지기 위해 원래의 포맷에 대한 확장을 통하여 현존하는 래스터 표준을 통합하려고 하고 있다. 언급되어진 표준 중 일부는 SDTS 래스터 프로파일, BIIF, TIFF 그리고 미국 NITF이다. 이러한 노력의 결과는 SDTS 래스터 프로파일의 세 버전인 Part 5: 래스터 프로파일과 확장(Raster Profile and Extensions; SRPE)<sup>7)</sup>이다. SRPE가



적용될 수 있는 공간데이터는 2차원의 래스터 격자 혹은 영상 데이터이다.

### 3.3. HDF

National Aeronautics and Space Administration(NASA)는 U.S. Global Change Research Program의 부분으로써 Mission to Planet Earth(MTPE) 프로그램을 개발하고 구현하고 있다. MTPE의 근원은 Earth Observation System(EOS)인데, 이는 차세대 위성 원격탐사 기기와 플랫폼용 하드웨어, 주요 과학자 집단, 그리고 지상 캠페인과 원격탐사 위성으로부터의 데이터와 정보를 통합하는 기반을 제공한다(ISO, 1999). EOS 위성으로부터 데이터를 처리, 배포, 관리하고 지구 시스템의 많은 학문 분야에 관계가 있는 연구를 촉진하기 위해 NASA는 EOS Data Information System(EOSDIS) Core System(ECS)를 개발하고 있다. 이는 또한 EOSDIS 사용자들 사이의 상호작용과 커뮤니케이션을 촉진한다(Asrar and Dozier, 1994).

#### 1) 개념적 데이터 모델

EOSDIS가 필드 캠페인, 항공기와 선박을 이용한 관측, 위성 원격탐사와 과학적 모델의 결과로부터 데이터를 처리할 것이기 때문에 데이터는 다양한 형태를 띠고 있다. 그러므로 공통된 개념적인 데이터 모델은 EOSDIS 데이터 생산품이 그룹들로부터 데이터의 제한된 수로 매핑될 수 있도록 구

성되어졌다. 인코딩 표준과 소프트웨어 인터페이스는 데이터 그룹의 제한된 수에 대해 개발될 수 있다. EOSDIS에서 데이터는 격자, 스와시(swath), 포인트의 일반화된 모델로 그룹되어진다.

각 개념적 데이터 모델은 데이터 객체, 객체의 요소, 그리고 그 요소들 사이의 관계를 정의한다. 스와시와 격자 모델에는 데이터와 지리위치의 두 가지 요구되는 요소가 있다. 지리위치 요소를 데이터 요소에 어떻게 연결하느냐에 대한 기술은 이들 두 요소로 패키징되어야 한다. 포인트 데이터 모델에서 지구상 한 포인트에서 수집된 데이터는 테이블상 하나의 레코드가 될 수 있고 그 레코드에 대한 지리위치 정보는 레코드에서 필드가 되거나 포인트를 통해 레코드에 추가된다.

아스키 텍스트, 테이블, n차원 배열의 세 가지 기본 데이터 유형이 EOSDIS 데이터 모델을 기술하는데 필요한데, 스와시 및 격자 데이터 모델에 대해 세 가지 기본 데이터 유형이 모두 필요하다. 포인트 데이터 모델에 대해서는 단 테이블 및 아스키 텍스트만 필요하다.

#### 2) 계층적 데이터 포맷

EOSDIS에서 개념적 데이터 모델을 구현하기 위해 하나 혹은 몇 가지의 물리적 데이터 포맷이 데이터 모델을 호스트하기 위해 표준 포맷으로 선택되어야 한다. 상세한 연구를 통해 NASA는 계층적 데이터 포맷(Hierarchical Data Format; HDF)<sup>8)</sup>을

7) 미국 FGDC는 SDTS Part 5: 래스터 프로파일과 확장물 1999년 2월 24일에 FGDC 표준으로 승인하였다.

8) HDF는 <http://hdf.nasa.uiuc.edu/>에서 제공하는 HDF 및 HDF5 specifications에서 주로 발췌·분석하였다.

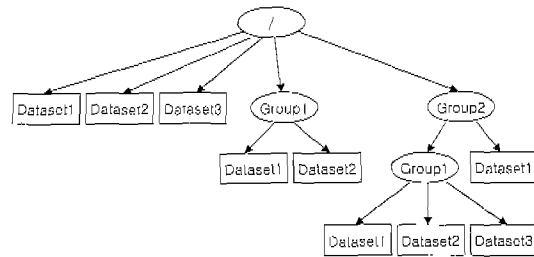
EOSDIS에 대한 표준 포맷을 개발하는 기본으로써 선택하였다. HDF를 선택한 주요 이유는 다음과 같다.

- 다중 데이터 유형지원 - EOSDIS에서 모든 데이터 유형은 HDF에 의해 지원될 수 있다.
- 간편성 - HDF 데이터는 많은 다른 플랫폼에 장착될 수 있다.
- 사용하고 구현하기 쉬움 - HDF는 소프트웨어 라이브러리와 좋은 정보관리를 제공한다.
- HDF 소프트웨어와 자료는 익명의 FTP 상에 무료로 이용가능하다.
- HDF에서 데이터를 조작하고 시각화하는데 소프트웨어 툴의 가용성이 매우 뛰어나며, 이러한 툴들의 대부분은 무료이다.

HDF는 원래 이질적인 환경에서 래스터 영상 데이터와 다중차원 과학 데이터셋의 호환을 목적으로 고안되었다. 그것은 배열과 같은 수많은 미리 정의된 객체 유형을 가진, 그러나 비교적 간단한 방식으로 객체 유형을 확장하는 능력을 가진 다중 객체 파일 포맷이다.

HDF는 래스터 영상, 팔레트, 텍스트와 테이블 형식의 데이터와 같이 하나의 파일 내에 몇 가지 유형의 데이터 객체를 저장할 수 있다. HDF 파일내의 각 객체는 사실을 식별하는 데이터 유형과 참조 수를 나타내는 미리 정의된 태그를 가지고 있다. 사용자 정의된 데이터 유형을 정의하는데 이용가능한 수많은 태그들이 있으나 새로운 유형을 정의한 사용자의 소프트웨어에 접근하는 사람들만이 그것들을 적절히 획득할 수 있다. 각각의 HDF 데이터유형은

연관된 소프트웨어 인터페이스를 가지고 있다. 이는 HDF의 매우 강력한 장점이다. HDF를 지원하는데 공급되는 소프트웨어 툴은 매우 세련되었고 그들의 배열에서 포인터를 광범위하게 사용하는 파일의 포맷 때문에 사용자는 효율적이고 편리한 방식으로 데이터를 분석하고 시각화하는 방법을 제공받는다. 내용 테이블은 그 파일내에서 관리되고 사용자가 데이터를 파일에 첨가함에 따라 내용 테이블에서 포인터는 갱신된다. [그림 7]은 두 개의 기본 구조인 Group과 Dataset들로 구성되어 있는 HDF 포맷의 논리적인 구조를 보여준다(CEOS, 1998).



[그림 7] HDF의 논리적인 구조

### 3) HDF5

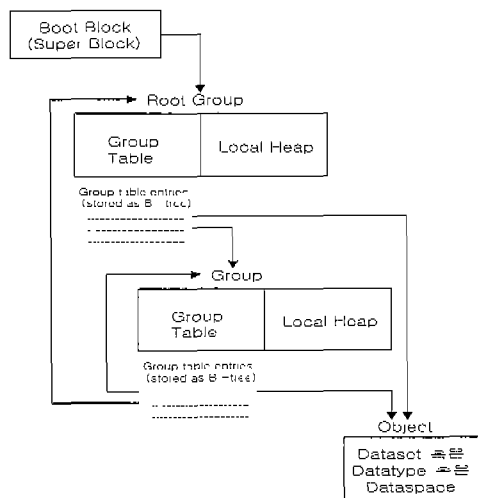
HDF는 래스터 영상, 팔레트(Palette), 텍스트 그리고 테이블 형태의 데이터와 같은 여러 가지 유형의 데이터 객체들을 하나의 파일에 저장하고자 하는 개발 목적과 특징 때문에 지구 관측(Earth Observation) 분야에서 각광받아 왔다. 그러나 기존의 HDF는 많은 제약 사항들 또한 가지고 있다. 이러한 문제점들을 극복하기 위해서 1998년 NCSA에서는 완전히 새로운 포맷인 HDF5를 개발하였다. 기존 HDF의 제약사항과

<표 2> HDF5에서의 개선사항

제약사항	개선사항
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 단일 파일은 20,000 개 이상의 복합 객체를 저장할 수 없으며, 단일 파일의 크기는 2기가 바이트를 넘을 수 없다.</li> <li>○ 데이터 모델의 일관성이 떨어진다. 실제 필요한 것 보다 더 많은 객체 유형을 가지고 있으며, 데이터 유형에는 너무 많은 제약이 있다.</li> <li>○ 라이브러리 소스가 오래 되었고 복잡하며, 병렬 I/O를 효율적으로 지원하지 못한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파일당 객체의 수와 파일 용량을 확대하였다.</li> <li>○ 더 간단하고 이해하기 쉬운 데이터 모델을 제공한다. 이 모델은 단 두 개의 기본 구조, 즉 다차원 배열의 레코드 구조와 그룹핑 구조만을 포함한다.</li> <li>○ 더 간단하고 공학적인 라이브러리와 API를 제공한다. 병렬 I/O, 시스템과 어플리케이션 발전에 따른 다른 요구사항들을 향상시켰다.</li> </ul>

HDF5에서 개선된 사항은 <표 2>와 같다.

HDF5의 물리적인 구조는 [그림 8]과 같다. [그림 8]에서 나타나는 Group, Dataset, Datatype, Dataspace는 HDF5 API들을 사용하여 접근할 수 있는 상위레벨의 HDF5 객체들이고, Boot Block, B-tree, Local Heap는 실제로 디스크에 쓰여지는 최하위레벨의 객체들이다.



[그림 8] HDF5 파일의 물리적인 구조

#### 4) HDF-EOS - EOSDIS 개념적 모델의 HDF구현

EOSDIS 데이터 모델은 EOSDIS 개념적 모델을 HDF 내부 데이터 모델과 구조에 매핑함으로써 HDF에 구현된다. HDF는 6개의 내부 데이터 모델을 가지고 있다. 표준 HDF 데이터 모델을 기본으로 사용함으로써, EOSDIS는 세 가지 개념적 모델에 상응하는 스와시, 포인트, 격자의 추가적인 데이터 모델을 개발하였다. 이 모델들은 표준 HDF 데이터만큼 쉽게 획득되어질 수 있는 형태에서 데이터와 지리참조하는 정보 모두를 제공하기 위해 표준 HDF 내부 모델의 조합을 사용한다. 세 개의 새로운 데이터 모델은 총체적으로 HDF-EOS로써 알려져 있다(ISO, 1999).

HDF-EOS는 객체묘사언어(Object Description Language)를 사용하여 텍스트 포맷으로 인코딩하여 그것을 HDF-EOS 파일에 전체적인 속성으로 저장함으로써 메타데이터를 저장한다. 구조 메타데이터에 대한 내용 표준은 EOSDIS 개념적 데이터 모델에 정의

되어 있는데 데이터 요소들 간의 관계를 정의한다. HDF-EOS 소프트웨어 라이브러리는 HDF-EOS 데이터 객체가 만들어질 때 자동적으로 구조 메타데이터를 생성하고 인코드하고 저장한다. 데이터 생산을 기술하고 있는 생산품 메타데이터에 대해 EOSDIS는 그 고유의 메타데이터 모델과 표준을 개발하였다(Heller, 1994).

### 3.4. BIIF

#### 1) ISO/IEC JTC 1/SC 24 - 컴퓨터 그래픽과 이미지 프로세싱

ISO/IEC JTC 1 소위원회는 컴퓨터 그래픽과 이미지 프로세싱을 다루고 있으며 이미지 프로세싱과 교환 (IPI), 이미지 교환 설비(IIF)를 발전시켜 왔다. ISO/IEC 12087:1995; IPI-IIF는 분리된 인코딩 표준인 ISO/IEC 12089:1997과 함께 광범위한 다중 부분 표준이다. 이 표준은 플랫폼을 독립적인 영상데이터 유형, API (Application Programming Interface), 그리고 교환 포맷 (IPI-IIF)을 제공한다. IPI-IIF 표준의 또 다른 부분은 ISO/IEC 12087-5 : BIIF<sup>9)</sup>이다. 이의 개발은 ISO/IEC JTC 1/SC 24, NATO Air Group IV, Digital Geospatial Information Working Group(DGIWG), 그리고 US Department of Defense의 합동 연구에 기초하였다. US NITFS(National Imagery Transmission Format Standards)는 BIIF에 대한 기본 자료로써 사용되었다(ISO, 1999).

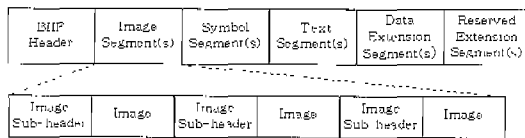
#### 2) 기본영상 교환포맷

BIIF에서는 변환과정이 별개의 시스템 사이의 데이터 교환을 가능하게 한다. BIIF을 사용할 때, 각 시스템은 다른 모든 시스템과 통신하는데 사용될 단 하나의 외부 포맷에 따라야 한다. BIIF가 시스템 고유의 내부 포맷으로 사용되지 않을 때 각 시스템은 영상과 BIIF 포맷에 대한 시스템의 내부 표현을 변환할 것이다. 데이터가 변환되는 시스템은 영상과 이에 관련된 영상 데이터에 대한 시스템의 내부 표현에 따라 구조화된 정보를 수락하는 번역 모듈을 가지고 있고, BIIF 포맷 내에 이런 정보를 모은다. 이러한 접근은 BIIF의 주어진 프로파일의 제한 이내에서 만들어진 BIIF 생산품의 기본 영상과 주석을 보여줄 수 있는 일반적 목적의 BIIF readers를 구현하는 증명된 수용능력을 제공한다. 비록 보다 더 나은 접근방식이 자기 정의 데이터 구조를 허용하기 위해 존재하지만 이러한 접근들은 매우 광범위하고 다양하게 개발된 생산자에 의해 만들어진 파일 구조를 심의있게 해석할 수 있는 일반 목적의 reader들을 구현하는데 있어 복잡성을 심각하게 증가시킨다. 보다 더 간단한 영상 파일 포맷들 또한 존재한다. 이러한 포맷들은 종종 간단한 수치 영상을 단지 묘사하는데만 초점을 맞추고 있고, 어느 정도 고급 사항을 충족시켜야 하는 피쳐셋 등에는 매우 제한적이거나 여전히 기본적인 영상 응용이다. BIIF는 간단한 수치영상 포맷과 극히 고급의 자기 정의된 복잡한 포맷사이의 중간자 역할을

9) BIIF는 ISO/IEC, 1998, Information technology Computer graphics and image processing - Image Processing and Interchange (IPI) - Functional Specification Part 5: Basic Image Interchange Format (BIIF)에서 주로 발췌·분석하였다.

한다. 그렇기 때문에 BIFF는 어느 정도의 고유의 한계를 가지고 있지만, 다양한 범위의 영상 응용을 만족시키는 매우 호환성이 좋은 기본 영상 포맷을 유지하고 있다(ISO, 1999).

BIIF파일은 단일파일에 영상, 심볼, 텍스트의 3가지 표준유형을 지원한다. 예를 들어 심볼이 없는 영상데이터들은 단일 파일에서 각 표준 데이터 유형에 대해 0, 1 및 다중차원의 영상데이터를 포함하는 것이 가능하다. 표준 데이터 유형의 파일내 저장 위치는 모든 영상데이터, 문자를 포함한 심볼, 그리고 문서나 문자인 모든 텍스트의 순서가 된다. 운송파일구조(transportable file structure)와 같은 추가되는 자료는 DES(Data Extension Segment)나 RES(Reserved Extension Segment)를 이용하여 BIIF내에 포함될 수 있다. DES나 RES에서 규정되는 특정 유형의 데이터는 확장 데이터 영역(extension data segment)이라고 불린다. 이러한 주요 파일요소의 구성 순서는 [그림 9]과 같다.



[그림 9] BIIF 파일 구조

[그림 9]에서 데이터확장 세그먼트(DES)와 규격확장 세그먼트(RES) 부분은 확장성을 위한 것이다. 이것은 "태그레코드확장(Tagged Record Extension; TRE)"을 포함하는 헤더나 하위헤더에 하나 혹은 두 개의 필드로 제공되고 DES와 RES를 이용하여

완성된다. 헤더 혹은 하위헤더의 태그레코드확장은 일치하는 데이터에 대한 추가적 특성을 포함할 수도 있으며, 동시에 확장부분이 새로운 종류의 데이터를 추가 지원하도록 수단을 제공할 것이다. 태그레코드에 대한 확인자인 태그명과 세그먼트 확인자는 사용상의 충돌을 피하기 위해 표준 내에서 조화되도록 조정이 가능하다. 몇몇 경우에 있어 태그레코드와 확장 포맷은 BIIF에 영향을 주는 데이터 포맷에 대한 변화 사항을 제어하기 위하여 조정될 것이다(한국전산원, 1998).

BIIF의 모든 구현은 명시되지 않은 확장 유형에 대한 결과를 제어할 수 있어야 하며, 적어도 명시되지 않은 데이터 유형이라도 무시해도 된다는 사실을 알 수 있어야 한다. 이는 8비트 메커니즘을 통해 확장된 확인자의 확장 필드 경계를 알아내어 정보의 유형을 포맷에서 분리함으로써 구현된다. 8비트 옵션을 통해 과거의 알 수 없는 확장에 대한 무시와 BIIF에서 의미 있는 요소들을 해석할 수 있다. 이 개념은 BIIF 해석의 기본이며, 해석기는 항상 8비트 옵션을 해석할 수 있어야 하고, 파일의 다른 구성요소로 이동할 수 있어야 한다.

BIIF파일 헤더와 각 데이터 세그먼트의 하위헤더들은 확장데이터를 위한 확장 필드를 가질 수 있도록 정의되었다. 확장데이터를 포함함으로써 헤더와 하위헤더의 기본 항목에서 표현할 수 없는 데이터의 표현이 가능하고, 확장데이터는 하나 혹은 여러 개의 BIIF TRE를 통해 하위헤더에 메타데이터와 함께 저장된다. TRE의 예를 보면 영상데이터 상에 표현되는 사람, 건물, 장소, 이정표, 시설물, 또는 다른 대상물들에

대한 정보와 BIIF파일에 담긴 주석과 여러 개의 영상데이터의 상호관계를 정의하는 정보 등을 들 수 있으며, 수치영상이나 x-ray 등의 데이터를 얻기 위해 사용된 기기 설정 정보, 영상데이터에서 항목의 거리 정보나 지리위치 정보 등도 포함된다.

### 3.5. 포맷 비교분석

#### 1) 확장성

- GeoTIFF : GeoTIFF 데이터 구조는 지리 래스터 영상의 교환과 저장에 대해 공공 도메인, 개방형, 플랫폼을 상호작동 가능한 데이터 표준의 필요조건을 충족시키도록 디자인되었다. 베이스라인 구현이 정사영상쪽으로 지향되어 있는 반면, 명세는, 만약 클라이언트와 사용자에 의해 그렇게 요구되어진다면, 보다 더 복잡한 투영이나 왜곡된 영상을 광범위하게 포함할 수 있도록 확장가능하다. GeoTIFF는 각국에서 사용하는 다양한 좌표체계를 지원하고, 태그(Tag)를 이용하여 영상 파일에 대한 정보를 개별적으로 추가·저장할 수 있기 때문에 확장성이 매우 뛰어나나 무분별한 개별확장으로 데이터의 호환성이 저하될 수 있으므로 개별적 구현의 사용은 권장하지는 않는다. 또한 GeoTIFF는 영상에 대한 확장성외에는 문자나, 심볼 같은 다른 데이터 포맷은 지원하지 않는다.
- SDTS : SRPE는 SDTS(래스터 부분)과 BIIF의 능력을 이용하고 있다. SDTS는 지리정보에 중점을 두고 있고 래스터 격자와 영상 데이터, 지리참조된 정보, 간단한 컬러 검사표, 데이터 품질 정보, 데이터 사전 정보와 다른 기타 메타데이터를 인코딩하는 능력을 제공한다. BIIF는 영상 전송에 초점을 맞추고 있으며 효율적인 영상 파일 포맷, 영상 압축, 영상 타일링, 다양한 컬러 모델, 그리고 시각화 조절 등을 제공한다. 이러한 보다 더 향상된 영상 조작 능력을 직접 포함하기 위해 SDTS 구조를 수정하기보다는 이 프로파일은 정의되어진 대로 BIIF 구조를 사용하려고 한다.
- HDF : HDF는 자기 기록적인 데이터 포맷이며 이는 그것이 제한된 수의 데이터 모델만을 지원하는 범위까지 적용되고 HDF 파일내의 각 객체는 데이터 유형이 식별될 수 있도록 태그되어진다. 미리 정의된 데이터 유형이 제한되어 있기는 하지만 사용자보관 태그수의 사용을 통해 새로운 데이터 유형을 포함하는 것이 가능하다. 따라서 태그 수는 그 모델의 데이터 기술을 식별할 것이다. 이것이 확장성이 쉽다는 것을 뜻하는 반면, 생산품의 수신자가 사용자 정의된 태그를 인식하는 소프트웨어를 가지고 있다는 것을 보증하지는 못하므로 생산품은 원래 원하는 대로 처리가능하지 않을 수도 있다. HDF는 원래 래스터 영상과 과학적 데이터를 위하여 개발되었으나 HDF5의 새로운 포맷 개발을 통하여 데이터 모델을 단순화함으로써 저장할 수 있는 객체의 유형에 대한 제약이 많이 해소되었다.

- BIIF : BIIF는 자체 포맷을 갖고 있으면서 교환 포맷의 성격을 지닌 관계로 여러 가지 형태의 데이터를 받아들이고 넘겨줄 수 있는 구조로 설계되었다. 데이터 구조면에서 영상데이터, 심볼 데이터, 문자 데이터를 다루는 표준데이터가 있으며, 이 외에도 임의의 다른 형태의 데이터를 확장·지원하기 위해 DES와 RES가 존재한다. 이 두 확장데이터 세그먼트는 각각 임의의 데이터에 대해 정의가능한 태그레코드를 지원함으로써 임의의 데이터에 대한 프로파일 정보를 이용하여 구현되며, 좌표에 대한 추가적인 정보 또한 이러한 확장성을 고려한 확장데이터 세그먼트를 통해 전달할 수 있다. 또한 BIIF에는 TFS (Transportable File Structure)를 통해 데이터를 교환할 때 사용자에게 대한 인터페이스가 가능하다.

## 2) 호환성

- GeoTIFF : GeoTIFF는 교차 플랫폼 호환의 어려움을 피하기 위해 TIFF 플랫폼 독립 데이터 포맷 표현을 이용할 때, 단지 6개의 태그에 수십 개의 정보 요소를 인코드하기 위해 "MetaTag" (GeoKey)를 사용한다. 이 키들은 표준 TIFF 태그와 평행한 방식으로 고안되었으며, 그들의 구조와 레이아웃에서 TIFF 원칙을 거의 따른다. 새로운 키들은 현재 프레임워크 내에서 Aldus/Adobe로부터 새로운 태그의 할당을 요구하지 않고 필요할

때에 정의될 수 있다. 몇몇 개개 솔루션들은 TIFF태그에서 지도제작 정보를 기록하기 위해 존재한다. Intergraph는 성숙하고 세련된 geotie tag 구현을 가지고 있으나 이는 Intergraph에만 독점적으로 등록된 개개 TIFF tagset내에 남아 있다. ESRI나 Island Graphics와 같은 다른 회사들 또한 독점적이거나 그들의 소프트웨어 아키텍처에 구체적인 응용에 의해 제한되는 지리 솔루션을 가지고 있다. 따라서 소프트웨어별로 호환의 문제가 일부 발생할 수 있다.

- SDTS : SDTS 래스터 프로파일 및 확장 부분이 보완됨에 따라 이전에 많이 미약했던 공간영상정보 포맷에 대해서도 상당한 힘을 갖게 된 것은 사실이다. 래스터 프로파일 및 확장에서 기존의 ISO 8211 외에 BIIF, GeoTIFF 등으로의 확장을 허용함에 따라 호환성 역시 좋아졌다고 볼 수 있다. SDTS 자체가 교환 및 유통을 목적으로 하고 있기 때문에 앞으로도 서로 다른 플랫폼 사이의 호환의 문제는 그리 크지 않을 것이다.
- HDF : HDF는 원래 이질적인 환경에서 래스터 영상 데이터의 호환을 목적으로 개발되었기 때문에 호환성은 매우 좋은 편이다. EOSDIS에서 모든 데이터 유형은 HDF에 의해 지원될 수 있으며, HDF 데이터는 많은 다른 플랫폼에 장착될 수 있다. 또한 HDF5는 파일의 처음과 마지막에 사용자 정의 영역을 허용함으로써 HDF5 파일을 다른 파일 포맷으로 감

쌀 수 있는 기능을 제공한다. 이 기능은 다른 파일포맷들과의 호환성을 더욱 좋게 한다.

- BIIF : BIIF는 규약상 호환의 문제는 거의 없다. 또한 BIIF는 앞에서 언급한 것과 같이 확장 세그먼트를 통해 확장된 데이터에 대한 저장 및 교환이 가능하며, 만약 BIIF 규약을 따른다면 시스템에 따른 영향을 받지 않도록 설계되었다. 그러나 BIIF는 생성된 시간이 짧기 때문에 포맷의 활용도가 많지 않으며, 특히 우리나라의 경우, 아직 그의 적용사례는 없다.

### 3) 범용성

- GeoTIFF : 포맷을 지원하는 소프트웨어의 이용가능성은 급속도로 증가하고 있으며 많은 GIS패키지는 현재 이 포맷을 읽을 수 있다. GeoTIFF포맷은 TIFF영상을 볼 수 있는 소프트웨어를 가진 사람들이 적어도 메타데이터, 등록 등을 무시하고 GeoTIFF파일로부터 픽셀들을 볼 수 있기 때문에 매우 보편화되어 있다. 또한 TIFF를 지원하는 소프트웨어들이 다수 존재하고 개발 면에서도 개발 도구가 존재한다. 이러한 편리성 때문에 현재 일반 사용자측면에서는 상당한 범용성을 가지고 있다.
- SDTS : 공공 도메인 소프트웨어는 SDTS를 뒷받침하기 위해 개발되고 있다. ISO 8211을 뒷받침하는 소프트웨어가 또한 있다. 그것은 ANSI C로 쓰여졌으며 IBM-PC나 Data General AViiON Unix workstation 상에서 이용가능하다. 또한 SDTS 래스터 포맷 파일 및 확장에서 ISO 8211이외에 BIIF, GeoTIFF, JPEG 포맷의 확장을 허용하고 있으므로, 점차적으로 이를 지원하는 소프트웨어도 증가하는 추세이다. 그러나 현재로서는 국내에서 이의 사용은 활발하지 않은 편이다.
- HDF : HDF에 대한 소프트웨어 지원은 매우 강력한 장점이며, NCSA에서 HDF 개발자에 의해 개발된 공공 도메인소프트웨어 라이브러리뿐만 아니라 3자 집단 개발자까지 그것을 지원하고 있다. 예를 들면 시각화 툴로부터 импорт와 익스포트 포맷과 같은 것에 의한 것이다. 특히 NASA에서 지원하는 HDF-EOS는 위성영상에 대해 상당히 많이 사용되고 있으며, 그 범용성 또한 좋은 편이다. 현재 국내에서 이의 사용이 점차 증가하고 있다.
- BIIF : BIIF는 아직 활용사례가 적고, 활용가능한 응용소프트웨어의 수가 적다. 또한, 여러 가지 데이터를 동시에 가지고 있는 특성에서 오는 복잡성도 존재한다. 따라서 범용성은 다른 포맷들에 비해 많이 떨어진다.

### 4) 장기적인 안정성

- GeoTIFF : GeoTIFF는 널리 쓰이고 상업적인 TIFF 포맷에다 몇 가지의 지리 참조 태그를 필수적으로 추가한 간단한 포맷이다. 프린팅 응용에 대한 ISO 표준으로써 TIFF/IT의 설립은



GeoTIFF를 강화시켰다. 그러나 만약 TIFF가 일반적 JTC1 정보 기술 표준이 된다면 이것은 한층 더 강화될 것이다. 비록 지속적인 소프트웨어 지원에 필연적으로 의존하는 포맷이긴 하지만 포맷에 대한 장기적 관점은 좋은 편이다. 기본 구조는 비교적 단순하며 새로운 태그의 추가와 함께 계속적인 개발이 있기는 하지만 후진 호환성이 관리될 좋은 기회이기도 하다.

- SDTS : SDTS는 U.S. 정부 FIPS 표준이며 따라서 미래까지 지원되는 것이 보증된다. 그것을 관리하고 개발하는 것은 FGDC의 몫이다. 그것이 국제적으로 승인된 표준은 아니지만 FIPS 승인은 그것을 U.S. 정부 기관내에서 공간 데이터 교환에 대한 필수 옵션으로 만든다. SDTS 래스터 프로파일 및 확장에서 ISO8211을 기본으로 BIIF, GeoTIFF, JPEG 등의 교환표준을 허용하고 있고, FGDC에서도 이를 국제표준과의 연계에 상당히 신경을 쓰고 있기 때문에 SDTS의 장기적인 안정성은 좋은 편이다.
- HDF : HDF는 어떠한 국제 표준 주체에 의해서도 승인되지 않았으므로 표준의 사용자는 미래의 소프트웨어 라이브러리가 후진 호환성을 보증하지 못함을 알고 있어야 한다. HDF에 대한 명세가 NCSA로부터 이용가능하나 라이브러리는 미래 언제라도 재개발될 수 있다. HDF는 지구 관측 생산품 전송을 위한 NASA EOSDIS 프로젝트에 의해 광범위하게 사용되고 있어

강력한 후원을 가지고 있다. 그러나 장기적 보관에 대한 장점은 데이터 기술의 확고성과 국제적인 사용자 집단이 포맷 개발에 대해 가지고 있는 제한된 조작 때문에 주의깊게 고려되어야 한다. 이 제한된 조작은 다양한 기구가 그것을 그들 자신의 용도로 적용함에 따라 포맷의 변화가 확산될 수도 있음을 의미한다. 그러나 단일 그룹(NCSA)이 포맷의 영속에 대해 책임을 지기 때문에 그러한 확산이 덜 발생하도록 한다. 더 나아가 HDF 파일이 소프트웨어 라이브러리를 통해서만 실제로 획득가능하기 때문에 데이터의 장기적인 획득 능력은 지속적인 소프트웨어 개발과 공통적으로 사용되는 플랫폼의 변화에 의존하여 문제가 될 수 있다.

- BIIF : BIIF의 경우, 현재 SDTS 래스터 프로파일 및 확장에서 영상교환표준으로 허용하고 있고, 또한 ISO에서도 이를 적극 지원하고 있는 상태이므로, 장기적인 안정도는 상당히 밝은 편이다. BIIF는 국제표준으로서의 그 위상 때문에 소프트웨어 지원 등의 상용화만 이루어진다면 공간영상정보의 표준포맷으로 강력한 힘을 갖게 될 것이다. 그러나 이처럼 실제 표준의 안정성은 매우 좋은 반면 포맷은 인코딩과 디코딩을 위해 복잡한 소프트웨어에 매우 의존한다. 데이터 획득에 대한 소프트웨어 의존에 관해 20년내에 소프트웨어를 컴파일하는 것이 더 이상 가능하지 않을 것이라는 위험도 있다.

### 5) 요약 비교

이상에서 살펴본 것을 요약하여 비교해보면 <표 3>과 같다. 표에서 보듯이 포맷 자체에 대한 평가는 서로 비슷한 수준이다. 그러나 실제로 국내에서의 사용을 고려해보면 현재로서는 GeoTIFF 이외의 포맷에 대해서는 그 활용도가 미미한 실정이다.

<표 3> 공간영상정보포맷 상호비교

비교기준	GeoTIFF	SDTS	HDF	BIIF
확장성	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
호환성	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓
범용성	✓✓✓	✓	✓✓	✓
장기적인 안정성	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓✓

※ 체크표시(✓)는 1~3개로 구성되며 많을수록 기준에 대한 적합성이 높음

### 4. 소프트웨어별 호환성 비교

이 연구에서 사용한 상용 소프트웨어는 PCI EASI/PACE 8.0, ERDAS Imagine 8.4, ERMapper 6.0, Intergraph Image Analyst 8.0, Research System ENVI 3.2이다. 이 절에서는 앞서 살펴본 기준 중 호환성과 범용성에 초점을 두고 평가해 보았다. 우선 각 소프트웨어별로 4가지 포맷에 대해 Import, Export가 가능한지를 조사해 보았다(<표 4>). <표 4>에서 보듯이 현재 소프트웨어에서 자유롭게 교환가능한 포맷은 GeoTIFF가 대표적이다. 그만큼 광범위하게 사용되고 있다고 볼 수 있다. HDF의 경우도 다른 포맷에 비해서는 나은 호환성을 보이고 있으나, 읽고 쓰는데 제한이 많다. 특히, 지리좌표를 동반하여 Export되지 않는 점이 큰 제

한요소이다. SDTS는 ERDAS Imagine에서만 읽고 쓸 수 있으며, BIIF는 아직 상용 소프트웨어에서 다룰 수 없다.

<표 4> 소프트웨어별 포맷의 Import 및 Export 가능성

		GeoTIFF	SDTS	HDF	BIIF
PCI EASI/PACE	Import	○	△(1)	△(2)	X
	Export	○	X	△(3)	X
ERDAS Imagine	Import	○	○	X	X
	Export	○	○	X	X
ERMapper	Import	○	X	△(4)	X
	Export	○	X	X	X
Intergraph Image Analyst	Import	○	X	X	X
	Export	○	X	X	X
Research System ENVI	Import	○	X	○	X
	Export	○	X	△(3)	X

- (1) SDTS DEM만 Import 가능함
- (2) HDF-EOS는 스와치데이터에 국한
- (3) 영상데이터만 Export가능(지리좌표, 테이블, 벡터 등은 안됨)
- (4) HDF-EOS Version 0 simple만 가능, V-group(Vdata(정수, 부동수, 문자열 테이블)과 또 다른 V-group으로 구성)은 지원되지 않음

위 결과에서 2개 이상의 소프트웨어에서 교환가능한 포맷은 GeoTIFF밖에 없으며, 이에 대해서 소프트웨어별 호환성을 살펴 보았다(<표 5>). 이 실험에서 사용된 영상은 Landsat TM, SPOT PAN, IKONOS이다. GeoTIFF의 소프트웨어별 호환성 평가결과는 크게 8비트형태의 TM과 SPOT, 그리고 11비트형태의 IKONOS로 나눌 수 있다. 8비트 데이터는 오류없이 호환이 가능했다. 그러나 위치정확도에서 대각선 방향으로 반화소의 오차가 있었는데, 이는 ERMapper가 기준점으로 좌상단화소의 중심을 잡는 반면 다른 소프트웨어는 좌상단화소의 좌상단점을 잡기 때문에 야기된 것으로 판단

<표 5> 소프트웨어별 GeoTIFF포맷의 호환성 평가

	PCI EASI/PACE	ERDAS Imagine	ERMapper	Intergraph Image Analyst	Research System ENVI
PCI EASI/PACE		○	△	○	○
ERDAS Imagine	○		△	○	○
ERMapper	△	△		△	△
Intergraph Image Analyst	○	○	△		○
Research System ENVI	△	△	△	△	

된다. 또한 Intergraph Image Analyst의 경우 버전 7.0에서 만든 GeoTIFF가 다른 프로그램에서 뒤집어지는 현상이 발생하였으나 이는 7.3버전에서 수정되어졌으며, 이 연구에서 사용한 8.0버전에서 역시 제대로 호환되었다. 그러나 11비트 데이터는 일부 소프트웨어에서 호환이 되지 않았다. 먼저 PCI EASI/PACE와 ERDAS Imagine, Intergraph Image Analyst는 11비트 데이터를 읽고 쓰는데 문제가 없었으나 ERMapper는 8비트형태로만 입출력이 가능하고 ENVI는 읽는 것은 가능했으나 Export는 8비트형태만 가능하였다. 물론 이러한 부분들은 차후 모듈의 갱신으로 간단하게 보완이 가능한 부분이다.

### 5. 결 론

서론에서 언급한 대로 포맷 시스템들은 서로 다른 특징들을 가지고 있고 단일 포맷 표준은 모든 포맷팅 요구사항을 충족시킬 수가 없다. 이 연구에서 보면 4가지 포맷 모두 자체적으로는 뛰어나고 장점이 많은 포맷이다. 그러나 현재 우리나라의 사용

자 측면에서 볼 때 GeoTIFF를 대체할 만한 포맷은 아직 없다고 볼 수 있다. 특히, 상업적인 측면에서 GeoTIFF의 사용이 매우 활발하며, 광학 영상과 GIS의 영역에 매우 광범위하게 영향을 미치고 있다. 이는 4장의 상용 소프트웨어 비교에서도 쉽게 알 수 있듯이, GeoTIFF 이외의 포맷은 상용 소프트웨어에서 바로 다룰 수가 없으며, 가능한 소프트웨어에서 여러 번의 변환과정을 거쳐야 한다. 그러나 GeoTIFF 또한 확장성에 있어 제약이 있으며, 태그의 확장에 따라 소프트웨어의 개발 또한 뒷받침이 되어야 하므로 향후 위성영상데이터의 표준 포맷으로는 어느 정도 취약점을 가질 것으로 보인다. HDF 포맷은 우리나라에서도 일부 기관에서 표준포맷으로 사용하고 있으나, 이를 다룰 수 있는 상용 공간영상정보 소프트웨어가 많지 않고, 그나마 투영정보와 좌표체계 등도 메타데이터형태로 따로 지원해야 하는 어려움이 있다.<sup>10)</sup> SDTS와 BIIF 포맷 역시 포맷자체로서는 장점이 많으나 호환성과 범용성에서 많은 제약이 있다. BIIF는 국제표준화기구에서 지원하는 포맷인 만큼 차후 활용이 기대된다.

10) 이는 포맷자체에 문제가 있는 것이 아니라 소프트웨어의 지원여부이다. 지원 모듈의 철가로 해결가능한 문제이다.

앞서 기술했듯이 사용자의 측면에서 보면 표준포맷은 무엇보다도 일반 상용 소프트웨어에서의 입출력 지원과 다른 플랫폼 및 소프트웨어 사이에서의 호환성이 절대적 필수요소이다. 이의 지원없이는 표준포맷의 의미가 없으며, 그 활용 또한 미미할 것이다. 현재 우리나라에서 iCube와 같은 공간영상정보를 다루는 국산 소프트웨어가 보급되고 있다. 비싼 외국 소프트웨어가 아닌 저가의 국산 소프트웨어가 그 인정을 받고 저변이 확대된다면 표준화기관과의 연계를 통해 훨씬 안정적이고 신속한 표준화를 이룰 수 있을 것이다.

앞으로 공간영상정보가 다양해지고 대응량화되어감에 따라 MrSID와 같은 수많은 포맷들이 개발되고 갱신되고 있으므로, 하나의 포맷을 표준포맷으로 고정시킬 필요는 없을 것으로 보인다. 오히려 지속적인 연구를 통해 그 변화를 수용하고 그 시기에 적합한 포맷을 표준으로 삼는 것이 더 적절할 것이다. 특히, 우리나라에서는 표준과 실제활용이 일치하지 않는 경우가 많다. 이는 표준이 실제상황을 제대로 반영하지 못했을 수도 있고, 표준화에만 목적을 두고, 이후 활용 및 지원에는 거의 신경을 쓰지 않았기 때문이기도 하다. 공간영상정보 포맷의 표준화 또한 마찬가지일 것이다. 충분한 연구를 통해 표준화를 이루는 것도 중요하지만, 이를 정책적으로 지원하는 것 또한 매우 중요한 일이다.

## 참 고 문 헌

- 국토연구원, 공간영상정보 표준안 연구, 2000
- 기계연구원, 선박항해용 전자해도 시스템 개발, 1999
- 정보통신부, 국가지리정보체계(NGIS)의 공동데이터교환포맷 표준, 1996
- 한국전산원, 수치지도 활용을 위한 영상데이터 구조 및 모델링에 관한 연구, 1998
- Asrar, G., and J. Dozier, *EOS: Science Strategy for the Earth Observing System*, American Institute of Physics Press, Woodbury, New York 11797, 1994
- CEOS, *Guidelines on Standard Formats and Data Description Languages Version 1.0*, 1998
- FGDC, *Spatial Data Transfer Standard*, 1999
- FGDC, *Spatial Data Transfer Standard Part 5: SDTS Raster Profile and Extensions*, 1999
- Heller, D., and S. Fox, *Proposed ECS Core Metadata Standard, Release 2.0*, Hughes Applied Information Systems, 420-TP-001-005, Landover, Maryland, USA, 1994
- ISO, *Geographic information - Imagery and gridded data*, 1999
- ISO/IEC, *Information technology Computer graphics and image processing - Image Processing and Interchange (IPI) - Functional Specification Part 5: Basic Image Interchange Format (BIIF)*, 1998
- Niles Ritter, *GeoTIFF Specification*, 1995  
<http://hdf.ncsa.uiuc.edu/>, *HDF and HDF5 specifications*