



초분광 영상의 최적 엔드멤버 개수 고속 추정방법

대한민국특허 10-1425159

초분광 영상(Hyperspectral Image)의 분광혼합분석을 위한 최적 엔드멤버(endmember)개수 고속 추정방법에 관한 기술이다.

연구원(광물자원연구본부 김광은박사)은 초분광 영상자료에 존재하는 물질의 고유 분광반사특성(endmember)을 효율적으로 추출할 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

본 기법은 기존에 존재하는 기법들의 장점을 혼합한 방식으로 광물의 분광분석시 사용상의 편리성 향상을 위해 연구되었다.

[관련연구]

- 심부 금속광체 정밀 물리탐사 및 채광기술 개발
- 초분광영상자료의 endmember 추출속도향상에 관한 연구

[개발자]

한국지질자원연구원 김광은 박사

[keyword]

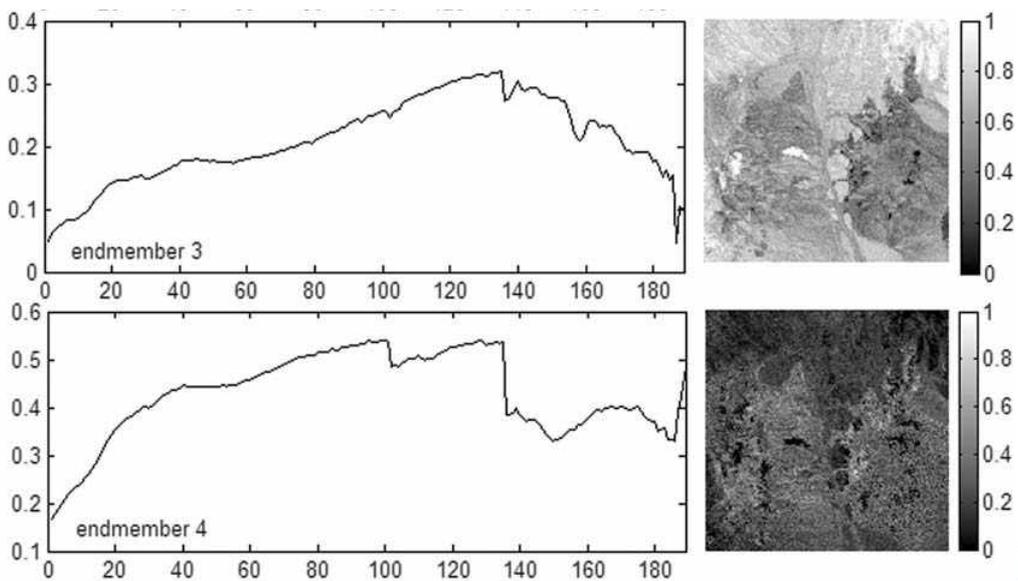
초분광영상, 분광 순수화, 엔드멤버

연락처 : 홍준영변리사 jyhong@kigam.re.kr / 042)868-3805

I. 기술소개

1 기술개요

- 초분광 원격탐사 영사자료에서 화소내 물질의 종류와 물질별 점유비율을 정량 분석하는 기법의 기준이 되는 분광반사특성, 엔드멤버 고속 추출 방법 개발
 - 초분광 영상의 완전한 분광 순수화를 위한 알고리즘에 요구되는 최적의 엔드멤버 개수 고속 추정방법
 - 분석시간이 이미지 데이터 크기에 영향을 받지 않는 기법을 통한 연산 처리시간 지연 방지 알고리즘 제시



<그림> N-FINDER 알고리즘으로 추출한 엔드멤버 및 초분광 영상

2 기술특징

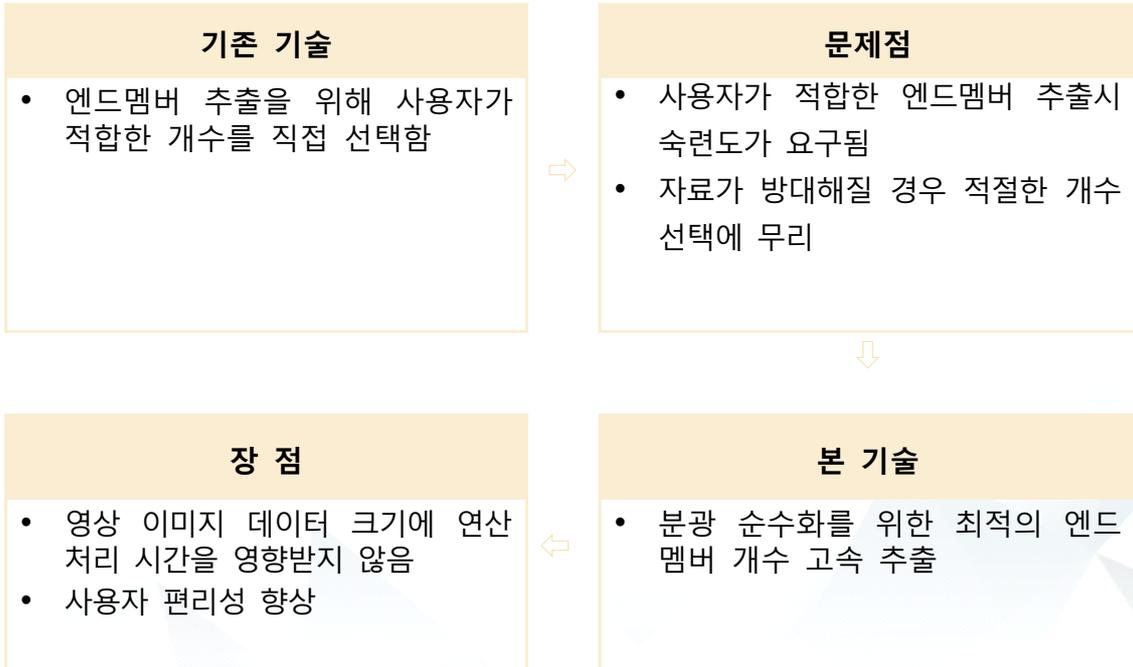
▣ 기술개발 배경

- 초분광 원격탐사 영상에서부터 직접 추출되는 이미지 엔드멤버는 해당 영상자료의 분광혼합분석에 곧 바로 적용이 가능해 효율적인 추출이 중요함
- 엔드멤버 개수 추출 시, 처리 결과의 품질을 좌우하는 개수를 사용자가 추정해 입력해야하는데 초분광영상의 자료가 방대해 적절한 입력 개수를 정하는데 무리 발생
- 기존의 기법은 영상자료 전체 화소를 대상으로 분석하여 영상자료의 크기가 커질수록 엔드멤버 추출을 위한 계산시간이 기하급수적으로 증가하는 문제 발생

▣ 경쟁기술현황

- 초분광 영상으로부터 완전 자동 엔드멤버 추출 알고리즘이 제시되었으나, 강제적 순수화의 반복으로 계산 시간이 현저히 증가되는 문제 발생
- 초분광 영상의 전체 픽셀을 검색하는 대신 각각의 밴드로부터 MNF 변환 후 엔드멤버 후보 순수 픽셀로 최대 및 최소 픽셀을 추출하는 고속 엔드멤버 추출 알고리즘이 제시되었으나 그 과정이 복잡하여 처리시간이 지연됨

▣ 경쟁기술대비 특징 및 장점



3 기술구성

기술의 상세 내용

- 본 발명에 따른 초분광법 영상의 최적 엔드멤버 개수 고속 추정방법은 단계1과 단계4에서 전체 픽셀의 선형 분광 순수화 에러의 합을 이용하는 대신 평균 픽셀의 스펙트럼을 이용하는 점에서 기존의 기법과 차이가 있음

최적 엔드멤버 개수 고속 측정방법

1 단계 : 전처리 단계

MNF 또는 PCA 변환을 먼저 수행한 뒤 엔드멤버의 초기값을 설정하여 전체 픽셀에 대한 평균 스펙트럼을 산출하는 전처리 수행



2 단계 : 초기화

단계 1에서 변환된 데이터로부터 초기 엔드멤버 집합을 선택하고 집합의 원로소 형성되는 단일체의 최대 볼륨을 산출하는 초기화 단계



3 단계 : 엔드멤버추정

모든 픽셀에 대하여 단일체의 볼륨을 산출하고 엔드멤버와 비교하는 과정을 반복하는 엔드멤버 추정단계



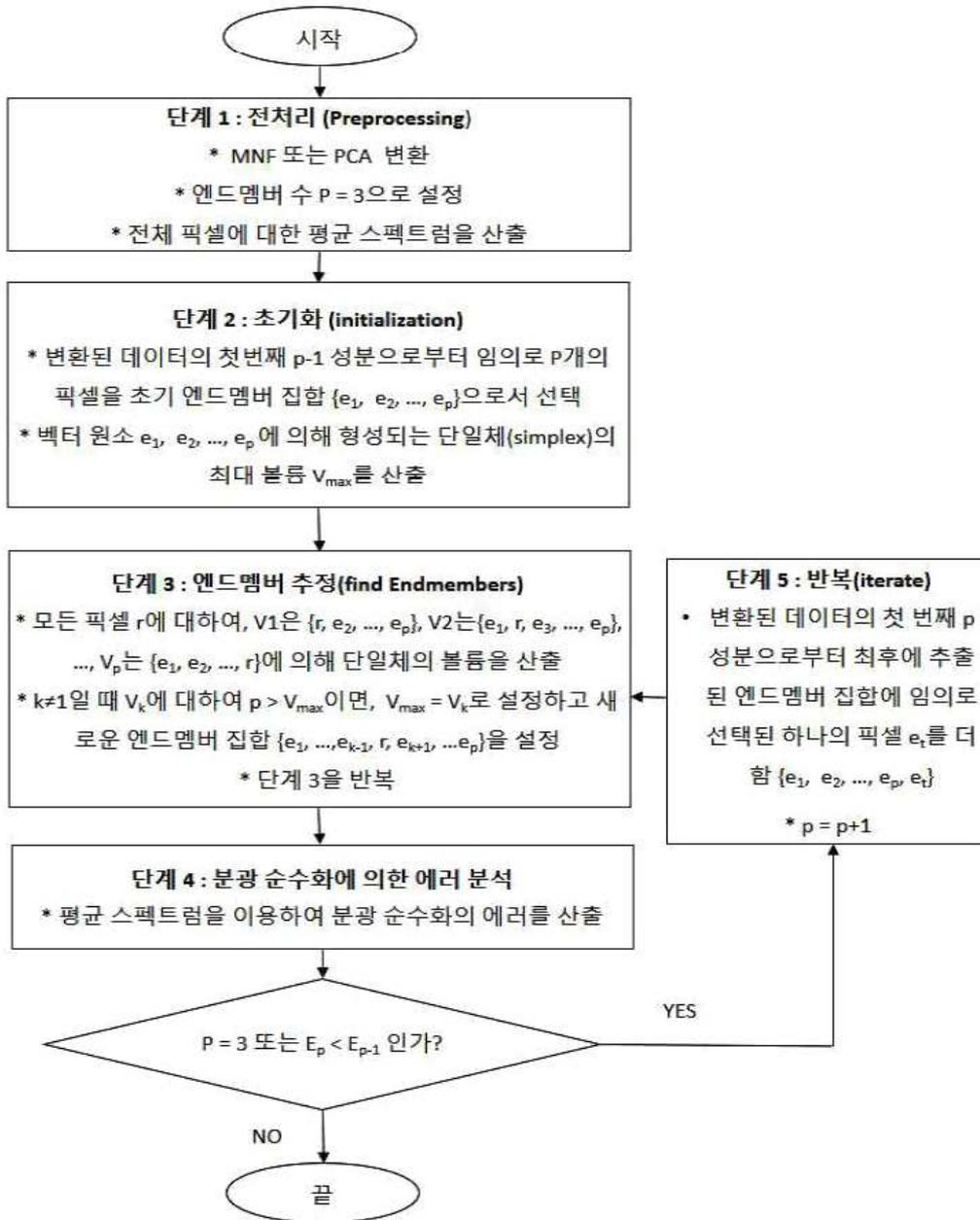
4 단계 : 분광 순수화에 의한 에러 분석

상기 전처리 단계에서의 평균 스펙트럼을 이용하여 분광 순수화의 에러를 산출하는 에러분석단계



5 단계 : 반복

단계 4에서 산출된 에러가 이전의 에러보다 작으면 최후의 엔드멤버 집합에 임의로 선택된 하나의 픽셀을 더한 후 다시 단계 3으로 돌아가 해당 처리를 반복하고, 산출된 에러가 이전의 에러보다 크면 처리를 중단하고 바로 이전 반복과정의 엔드멤버의 값을 최적의 엔드멤버 개수로서 결정하는 반복단계

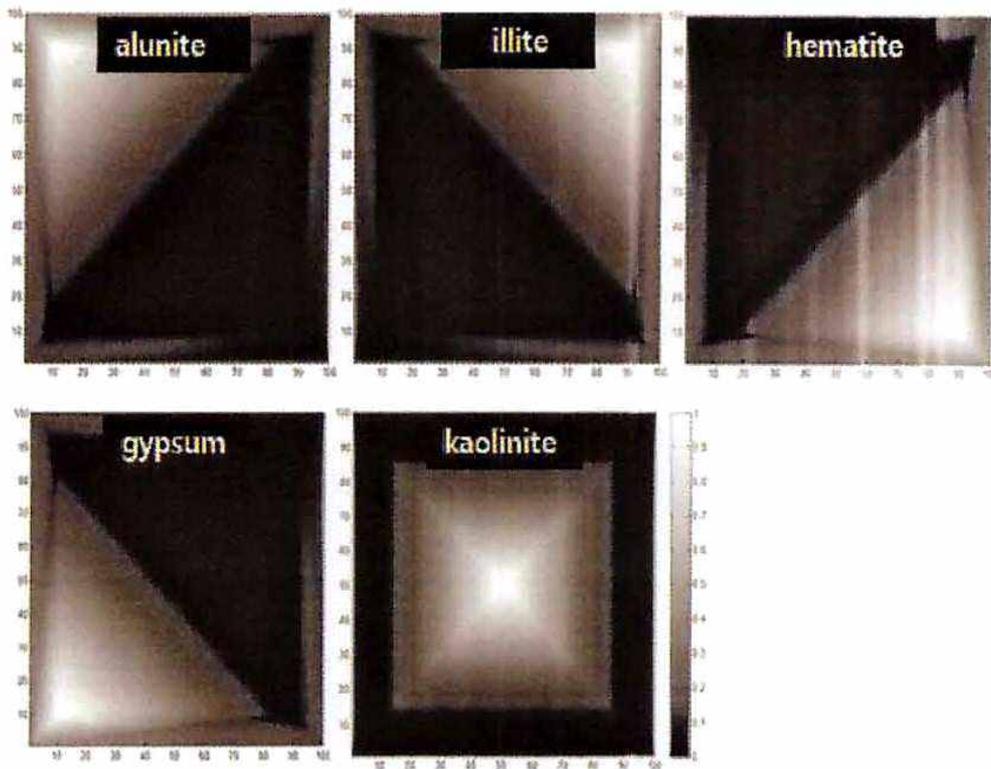


[그림] 초분광 영상의 최적 엔드멤버 개수 고속 추정방법 알고리즘

4 시제품 검증

광물 점유비율 측정

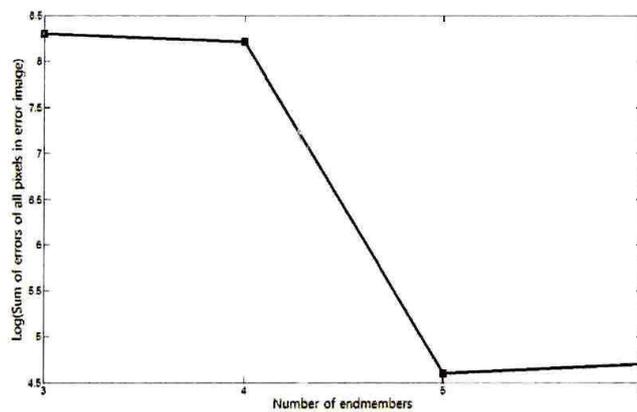
측정대상	5가지 광물 : 명반석, 석고, 적철광, 일라이트, 카올리나이트
측정방법	미국 지질 조사국의 분광 라이브러리의 분광 반사특성에 근거하여 5개 광물에 대한 모의 초분광 영상을 생성하고 각각의 광물에 대하여 100×100 픽셀을 지니는 점유비율 맵 시뮬레이션



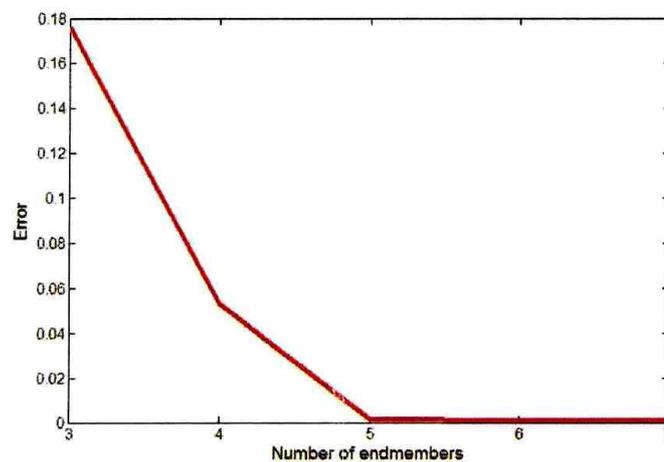
<그림> 5가지 광물의 점유비율

■ 기존 알고리즘과 비교 : 엔드멤버 개수에 따른 오차 변화 비교

측정방법	생성된 모의 초분광영상자료에 기존의 알고리즘과 본 연구로 제안된 알고리즘을 적용하여 엔드멤버 개수에 따른 오차 영상변화 비교
측정대상	기존의 수정된 반복적 N-FINDER 알고리즘과 본 발명 비교
측정결과	<ul style="list-style-type: none"> • 기존방법 : 엔드멤버 수 파악 후 에러 증가 • 본 발명 : 엔드멤버 수 파악 후 에러가 증가하지 않음



<그림> 기존의 기법을 통한 엔드멤버개수 변화에 따른 오차



<그림> 본 연구 기법을 통한 엔드멤버개수 변화에 따른 오차

5 기대효과

▣ 복잡한 처리 과정의 단순화

- 처리 과정이 복잡하여 시스템 복잡화 및 처리시간 지연 등의 문제를 야기하던 기존의 초분광 영상의 엔드멤버 추출방법의 문제점 해결 가능
- 단계 4에서의 스펙트럼 순수화 처리를 위해 전체 이미지의 평균 스펙트럼이 사용되므로, 이미지 데이터 크기에 따라 연산처리 시간이 증가하지 않는 장점이 있음

▣ 개수 자동 추출을 통한 사용자 편의 고려

- 분석자가 사전에 엔드멤버의 개수를 사전에 결정하지 않아도 되는 장점이 있음

▣ 최종 결과물의 정확성 향상

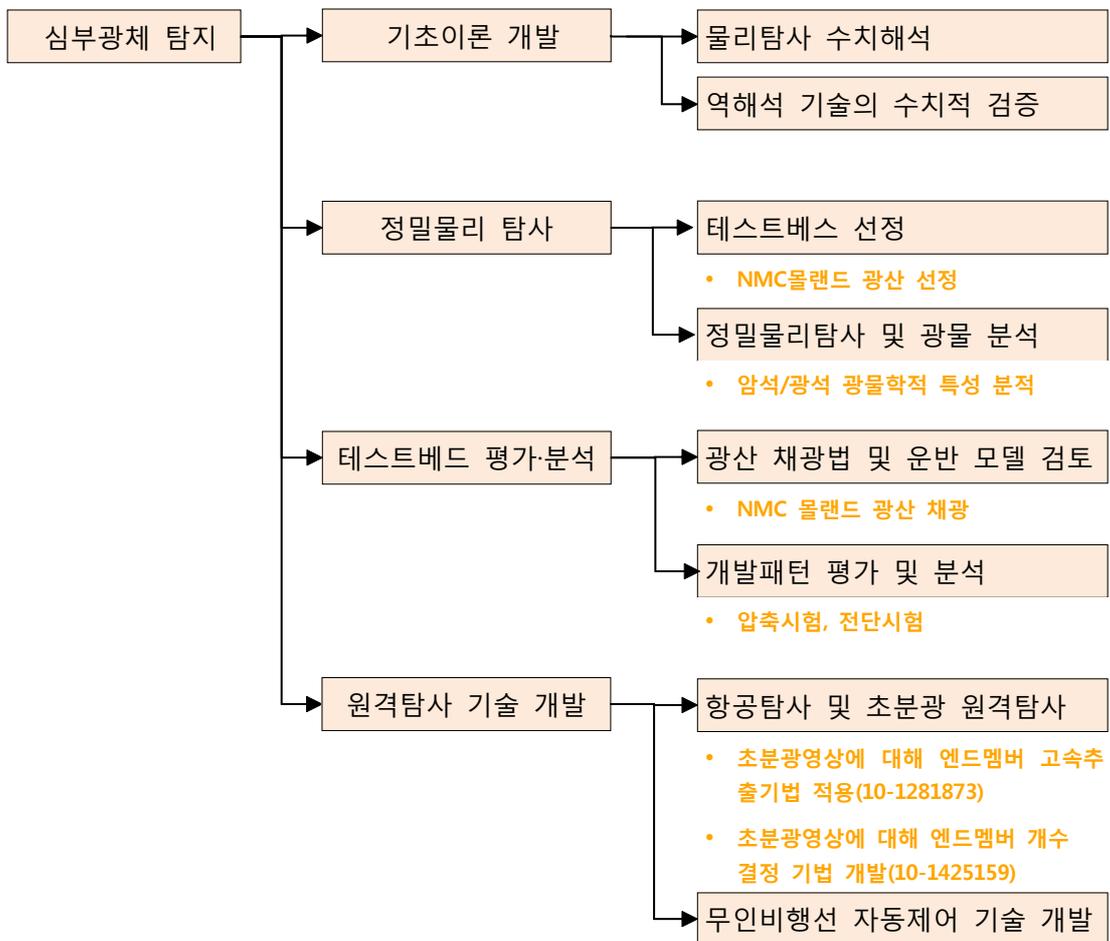
- 미국 USGS 분광라이브러리를 이용하여 생성한 모의 초분광 영상자료에의 시험적용 결과, 엔드베드의 개수와 반사특성, abundance fraction이 매우 정확하게 추출됨을 확인

▣ 원격탐사 해석기법으로 활용

- 엔드멤버 자동 추출기법 개발을 통한 무인 항공 자력/전력탐사 시스템 개발 및 초분광 원격탐사 자료의 해석기법 개발 가능

II. 관련연구 현황

1 심부 금속광체 정밀물리탐사 및 채광기술 개발(2014)

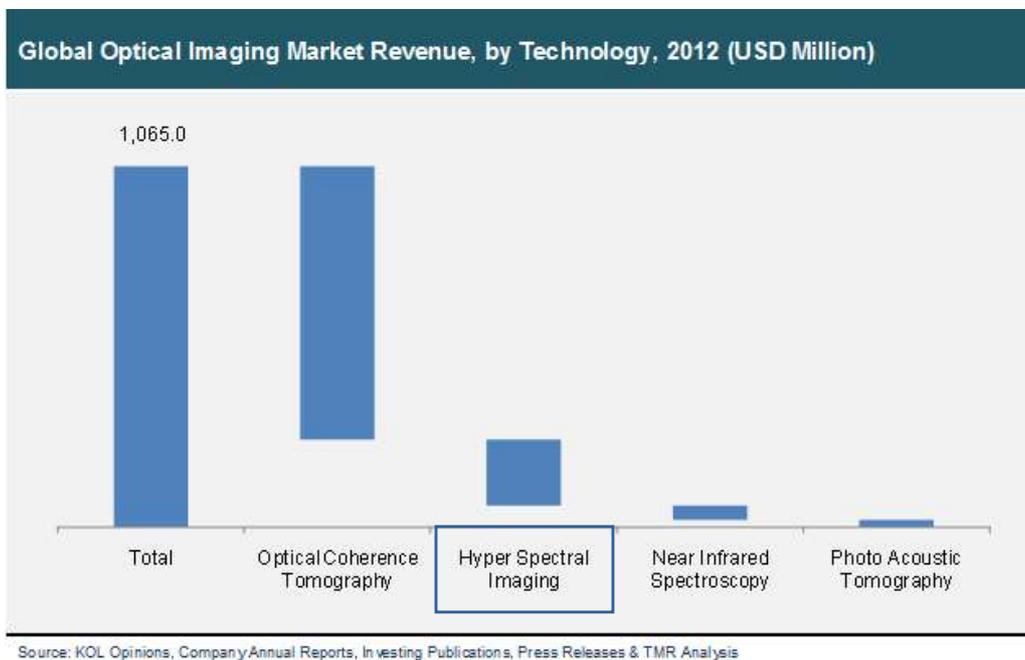


2 추후 R&D 계획

- 영상내 여러 가지 광물이 포함된 화소를 포함 한 경우의 분석 정확도 향상
- 실제 초분광영상자료에의 적용성 시험을 위한 연구진행
- 무인항공 및 초분광 원격탐사 기술 실용화

Ⅲ. 산업동향 및 시장분석

▣ 초분광 영상(HyperSpectral Imaging) 시장



[그림2] 세계 광학영상 시장 규모

- 시장조사 전문업체인 미국 M&M사가 '2019년까지의 전 세계 초분광 영상장비 시장 전망'을 통해 전 세계 초분광 영상(hyperspectral imaging) 장비 시장이 2015~2019년 사이에 76% 성장하고, 규모는 2014년 4,720만 달러에서 2019년 8,320만 달러로 확대될 것으로 예측
- 계기 운용의 용이성과 안정성으로 인해 초분광 영상기술에 대한 수요는 증가하고 있으나 높은 비용이 시장 성장에 있어 장애요인으로 분석되었다.
- 초분광 영상장비 시장은 크게 군용 감시, 환경 모니터링, 생명과학, 기상 학, 공정제어 등의 분야로 구분됨

- 전 세계 초분광 영상기술의 적용분야 중 비중이 가장 높은 산업은 군용 감시 부문으로 2014년 전체 초분광 영상기술 산업의 18.4%를 차지하였으며, 다음으로 환경조사분야가 17.8%를 차지함
- 현재 가장 큰 규모의 초분광 영상 시장을 보유하고 있는 곳은 미국이며 그 뒤를 유럽, 아시아가 따르고 있으며 향후 아시아 시장이 큰 폭으로 성장할 것으로 전망됨
- 초분광 영상 시장에서 세계적 우위를 점하는 기업으로는 SPECIM Spectral Imaging Ltd.(미국), Headwall Photonics Inc.(미국), IMEC(벨기에), Norsk Elektro Optikk A/S(노르웨이), Surface Options Corp(미국), Telops(캐나다) 등이 있음

IV. 연구인프라

1 연구실 소개

▣ 연구실명 : 광물자원연구본부 탐사개발연구실

▣ 비전

- 전략광물자원 확보를 위한 자원탐사 및 개발 기술 고도화

▣ 목표

- 광역탐사를 위한 무인항공 및 초분광 원격탐사 기술 개발
- 심부 금속광체에 대한 정밀 물리탐사 기술 개발
- 심부 대형화에 대응한 채광기술 개발

2 연구현황

▣ 기능 및 연구내용

- 세계적 수준의 지진-공중음파 관측망 운영기술과 지진탐지 및 인공지진 식별 기술 능력을 확보하여 국가 안보분야에 기여
- 핵심험 탐지, 지진재해 연구분야 발전의 중추적 역할 수행