

국토모니터링체계 구축 및 활용에 관한 연구

A Study on the Application and the Construction of Land-monitoring System

이재원* · 허민** · 문용현*** · 이석용****

Lee, Jae Won · Heo, Min · Moon, Yong Hyun · Lee, Seock Yong

요 지

산업의 발달과 개발 등으로 인해 우리나라는 짧은 시간내 많은 변화가 있었다. 그러나 개발지향적인 개발이 누적되면서 수도권 집중과 지역간 불균형의 심화, 국토의 무질서한 개발 및 환경 파괴 등이 첨예한 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하고 국토의 균형적인 발전을 도모하기 위해서는 보다 체계적이고 종합적인 국토관리를 위한 정확한 공간정보 제공이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 체계적이고 주기적으로 수집된 항공사진이나 위성영상, DEM, 등의 영상자료를 사용한 변화탐지방법을 활용하여 국토의 과거 및 현재에 대한 변화를 감지하고 이를 바탕으로 미래를 예측함으로써 국토를 과학적이고 효율적으로 이용할 수 있는 정책자료를 제공하는 방안을 제시하였다.

1. 서론

1960년대 경제개발 5개년 계획의 시행으로, 우리나라는 고도성장의 시대에 접어들면서 국가 산업의 발달과 국민 생활수준이 높아지고 OECD에 가입하는 등 외형적으로는 끊임없이 발전을 이루어 왔다. 그러나 개발에만 급급했었고, 그 결과로 국토관리에 대해 많은 문제점이 발생되고 있다. 이러한 문제점을 해결하고 국토의 균형적인 발전을 도모하기 위해서 정부에서는 제4차 국토종합계획을 수립하는 등 막대한 예산과 노력을 투자하고 있다. 이러한 투자와 노력이 효과적으로 난 개발과 환경파괴를 막고 쾌적한 국토환경을 조성하기 위해서는 보다 체계적이고 종합적인 대책수립이 필요하며, 이를 위해서 국토정보에 대한 효율적인 자료수집-현황분석-국토관리체계가 수립되어 국토의 현황과 변화과정을 수시로 파악하고 추적할 수 있는 모니터링체계 구축이 필요하다.

2. 국토모니터링체계구축을 위한 기본 연구

2.1. 국토모니터링 현황

* 정회원 · 대한측량협회 · 공학박사 · 02-679-4231 (Email: jolee@kasm.or.kr)
** 정회원 · 대한측량협회 · 박사수료 · 02-679-4231 (Email: heomin@kasm.or.kr)
*** 정회원 · 국립지리원 · 공학석사 · 031-210-2670 (Email: yhmoon@moc.go.kr)
**** 정회원 · 대한측량협회 · 공학석사 · 02-679-4231 (Email: sylee@kasm.or.kr)

예전부터 국토모니터링에 관한 수요는 많았으나, 이러한 수요를 뒷받침할 수 있는 자료가 부족하고 기술력 부족으로, 일부 국토정책 실무 담당자의 주관적인 판단에 의해 정책이 좌우됨으로써 과학적인 분석체계가 이루어지지 못한 점이 지적되어 왔다. 그러나, 90년대 들어서면서부터 GIS 기술 및 수치사진측량 기술이 급속히 발달하고, 고해상도 위성영상을 비롯한 다양한 영상정보가 다방면에 활용되기 시작하면서 이를 이용한 새로운 공간정보 Contents가 요구되고 있으며, 이의 일환으로 국토모니터링체계가 현실화 될 수 있는 바탕이 마련되었다. 미국, 캐나다, 호주, 유럽 등 선진국의 예를 살펴보다도, 우리나라의 국립지리원에 해당하는 국가지도제작기관을 중심으로, 위성영상 및 항공사진을 이용하여, 자료수집/분석/배포에 이르는 국토모니터링체계를 갖추고 있음을 볼 때, 우리나라도 시급히 체계적인 국토모니터링이 이루어져야 할 것이다.

국내에서도 국토모니터링이라는 정식 명칭은 사용하고 있지 않지만, 여러 기관별로 인공위성 영상 등을 사용하여 국토모니터링 업무는 이루어지고 있다. 즉 해양수산부, 산림청, 자원연구소, 수자원공사 등에서 국토의 현황을 파악하고 변화분석을 수행하는 예가 많이 있다. 국내 현황을 대략적으로 분석한 결과 체계적인 자료수집체계 및 자료공유체계가 미비하고, 위성영상을 위주로 국토모니터링을 수행하고 있다는 문제점을 갖고 있다.

2.2. 국내모니터링 관련 현황파악

2.2.1. 기본설문조사

연구를 수행하면서 기초자료로 이용하기 위해 중앙행정기관, 정부출연연구기관, 정부투자기관, 지방자치단체, 대학, 사업체 등 관련업무를 수행하는 기관을 중심으로 설문조사를 실시하여 연구방향 및 범위를 결정하는데 중요자료로 사용하였다. 설문 내용은 국토모니터링체계의 필요성과 역할 등에 관한 내용과 모니터링체계의 주요 자료로 사용될 인공위성영상과 항공사진과 관련된 내용이었다.

설문조사 결과 국토모니터링체계에 대한 필요성은 대부분의 기관에서 필요하다는 의견을 제시하였으며, 독립기관이나 부속기관으로 운영할 경우 주체가 되는 주관기관으로는 국립지리원으로 하는 것이 타당하다는 의견을 제시하였다. 이 결과는 국토모니터링체계를 구축하려는 필요성 및 당위성을 제시하는 가장 기본적인 자료로 이용하였다.

국토모니터링체계에서 구축하고 다루어야 할 기본데이터로는 항공사진과 인공위성영상을 모두 이용하여야 하고, 그 외의 필요한 데이터로 수치지형도, DEM, 토지이용현황도 등을 이용하여야 한다. 국토모니터링체계를 구축하는데 가장 중요한 사항으로 국가차원의 체계적인 국가계획을 수립하고 관련 법/제도를 정비하는 것을 우선으로 연구하여야 한다. 또한 국토모니터링체계에서 해야 할 주요 역할은 위성영상 및 항공사진으로부터 국토변화정보를 추출하는 기술지원, 국토변화정보의 추출 및 제공하는 역할을 하도록 하여야 한다.

2.2.2. 건설교통부 관련업무 분석

건설교통부 업무중 국토모니터링 관련 부분을 조사한 결과를 개략적으로 살펴보면, 대부분 축척 1/20,000 이상의 항공사진 (지형도 축척 1/5,000에 해당)을 요구하고 있음을 알 수 있다. 이는

외국의 국토모니터링이 주로 Landsat과 같은 저해상도 위성(해상도 30m, 대략 1:300,000 지형도에 해당)을 사용하여 이루어지고 있다는 것과 비교하면, 요구자료의 수준이 매우 정밀하다는 것을 알 수 있다.

이는 우리나라의 경우, 토지이용규모가 작고, 밀도가 높기 때문이라고 판단되며, 저해상도 위성의 경우, 매우 개략적인 토지피복현황 조사에 사용하는 정도에만 적용할 수 있고, 적어도 1m 이상의 고해상도 영상을 활용하여야만 정책의 판단에 도움을 줄 수 있는 정보를 생산할 수 있을 것이다.

특히, 요구정도가 높은 정보로는 정사항공사진, DEM 등이 있으며, 이를 활용한 토지이용분석을 시급히 요구하고 있다. 표1은 토지국의 관련업무를 나타내고 있다.

표1. 토지국 업무중 국토모니터링과 가장 관련 있는 업무

업무명	업무 주기	대상지	필요한 정보	사용하는 자료
국토이용계획 수립	3년	전국(수도권)	토지이용현황	도시 1/20,000 항공사진 외곽 1m급 고해상도 영상
			토지이용변화	도시 1/20,000 항공사진 외곽 1m급 고해상도 영상
			도로개발 현황	1m 급 고해상도 영상
토지이용 계획 수립	필요시	시군구별	토지이용현황	도시 1/20,000 항공사진 외곽 1m급 고해상도 영상
			가용토지 현황	1/20,000 항공사진 10m DEM
도시공간정보 시스템	5년	시군구별	토지이용계획	1/5,000 항공사진
			도로계획	1/5,000 항공사진
			시설물계획	1/5,000 항공사진

2.2.3. 부처별 국토모니터링 관련업무 분석

외국의 국토모니터링 업무분석에서는 주로 미국의 USGS 등 국립지리원에 해당하는 기관이 직접 수행하거나, 적어도 깊은 상호 관련 하에 추진되고 있으나, 우리나라는 각각의 부처별로 독립적으로 사업이 추진되고 있다. 환경부에서는 임업연구원의 항공정사사진을 이용하거나 해양수산부에서 일부기관에 연안위성영상 CD를 배포하는 등의 모니터링 자료를 공유하고 있으나 각 부처마다의 관련사업이 다르고 그에 따른 이용 영상의 종류 등이 다르기 때문에 자료의 통합이 어려운 실정이며 이를 통합할 수 있는 관련기관의 역할이 중요하다. 일부 기관은 다양한 영상자료에 대한 연구가 아닌 거의 편중된 영상자료의 연구를 수행하는 것으로 나타났으며 업무분석 결과를 보면 보고서나 조사, 일회성 연구에 그치고 연구결과를 이용한 응용기술개발에 대한 연구가 부족하다. 해양수산부에서는 연구를 목적으로 다양한 위성영상을 내부 및 관련기관에서 공동 활용 중에 있고 이러한 식의 연구나 자료의 공유가 필요하다. 관련부처의 연구가 상당히 진행되고 있는 부분도 있으나, 일부 전문연구기관을 가지고 있는 경우를 제외하면, 주로 대학이나 관련업체 등의 외부 용역을 통해 수행되고 있으며, 이러한 연구결과가 공유되지 못하거나 지속적인

발전이 이루어지고 있지 못하고 일회성 연구로 끝나는 경향이 있다.

2.2.4. 영상자료 현황

국립지리원의 항공사진 촬영현황은 1966년부터 2000년까지 행정구역별로 구분하여 조사하였으며, 이 기간동안 광역시급 이상인 대도시는 약 9회 정도 촬영되었으며 중소도시는 약 7회, 기타 그 외 지역에서는 약 6회 정도 촬영되었으며 전체 국토의 면적을 고려하여 조사한 평균 약 7회 정도 촬영된 것으로 조사되었다. 이 결과 촬영은 지역별로 주기가 다르고, 중복촬영도 많이 이루어지고 있다. 촬영방법을 산림청과 같이 경우 권역별로 촬영하거나, 전국토에 대한 주기는 길게하고 변화가 많이 발생하는 지역은 자주 촬영하는 방법도 생각해볼 수 있다.

촬영된 성과물인 항공사진은 필요로 하는 공공기관을 위주로 대출 및 교부하고 있으며, 국립지리원의 경우는 점차 그 빈도 및 사진매수가 증가하고 있는 추세이다.

위성영상은 IRS-1C와 1D를 포함하는 IRS 위성영상과 Radarsat-1 위성영상, CORONA 위성영상의 국내 촬영현황을 조사하였다. IRS 영상은 서귀포시와 울릉도를 제외한 모든 행정구역에 대해 1회 이상 취득된 것으로 나와 있으며, 인천광역시 부평구가 50회로 가장 많았으며, 233개 행정구역 중 227개 행정구역이 10회 이상 취득된 것으로 조사되었다. 이 결과를 행정구역별 영상 취득회수와 행정구역별 면적을 이용하여 우리나라 전체지역(99,983 km²)에 대한 평균 영상 취득회수를 조사한 결과 1998년부터 2002년까지 IRS 위성영상은 동일지역을 약 38회에 걸쳐 촬영되었다. 동일한 방법으로 1998년부터 2001년까지 Radarsat 위성영상은 약 7회 정도 촬영된 것으로 조사되었다.

국토모니터링체계 구축을 위한 기본계획을 수립하는 본 연구에서 기본데이터로 사용될 항공사진과 인공위성영상 현황을 조사하는 것은 꼭 필요한 연구과제이다. 과거의 인공위성과 항공사진 촬영현황을 통해 적합한 갱신주기를 도출하는데 참고하고, 과거 기존의 데이터 활용에 대한 연구의 기초 자료로 이용이 가능하다.

3. 국토모니터링체계 구축방안

3.1. 국토모니터링체계의 비전

위와 같은 현상을 해결하기 위해서는 시급히 국토모니터링 체계를 구축하여야 하며, 장기적으로 다음과 같이 국토모니터링 센터를 주축으로 각 관련기관들이 가칭 국토모니터링 협의회를 통하여 유기적인 협조 체계가 구축되어야 한다.

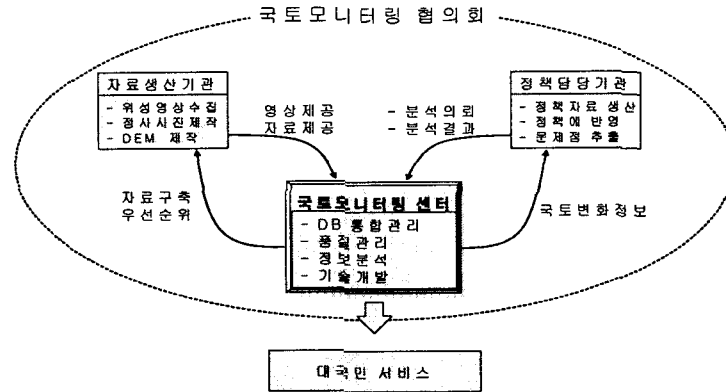


그림1 국토모니터링체계의 비전

국토모니터링 협의회는 각종 공간영상정보를 수집/관리/활용하는 기관으로 구성하여, 자료 수집 계획을 상호협약하고, 보유중인 정보를 공유함으로써 중복투자를 방지하고, 상호 협력 하에 국토모니터링이 이루어질 수 있도록 조정하는 역할을 담당한다. 국토모니터링체계의 핵심이라고 할 수 있는 국토모니터링센터는 국토모니터링과 관련된 위성영상, 정사항공사진, DEM 등 각종 데이터베이스를 관리하고, 관련기술을 개발하며, 국토변화정보를 생산/제공하고, 관련 법/제도의 개선, 계획 수립, 나아가서는 대 국민서비스를 수행하게 된다.

3.2. 구축전략

국토모니터링체계는 기본적으로 막대한 데이터베이스의 구축 관리, 다양한 국토모니터링 분석 업무 외에도 여러 가지 업무별, 다양한 자료별 기술개발이 지속적으로 이루어져야 한다. 따라서, 국토모니터링 체계가 효율적으로 운영되기 위해서는 다수의 실무자 및 전문가 그룹으로 이루어진 별도의 조직이 필요하다.

국토모니터링 관련기관을 크게 자료생산기관과 정책담당기관으로 나눌 때, 국토모니터링센터는 기본적으로 자료생산기관에서 담당하는 것이 타당할 것이다. 자료생산 기관인 국립지리원의 현재업무는 항공사진 부분에 치우쳐 있는 것은 사실이지만, 국가기본지리정보의 설계로부터 구축까지, 특히 항공사진 데이터베이스를 구축하고 이를 통해 수치지도를 구축하는 등, 기본지리정보의 일관성유지를 확보할 수 있는 가장 적절한 기관이며, 분석과정에서도 국토조사와 같은 타 업무와 밀접한 관계가 있기 때문에 국립지리원이 국토모니터링체계 구축의 주관자가 되는 것이 타당하다고 판단된다.

이러한 국토모니터링체계를 구축하기 위해서는 국가기본지리정보 구축계획과 연동한 데이터베이스 구축, 공동활용체계의 구축, 항공사진의 활용도 제고, 막대한 구축예산을 고려한 체계적/단계적인 추진 등이 고려되어야 한다.

3.3. 중점추진과제 및 관련기술 개발

국토모니터링체계에서 수행해야할 주요과제는 그림과 같다. 즉 데이터베이스 구축을 위해서는 인공위성, 정사항공사진, DEM, GCP 데이터베이스 및 위성영상과 항공사진의 데이터베이스를 상호보완하여 데이터베이스를 구축해야 한다. 관련부처에 대한 업무지원으로는 국토조사지원, 건설교통부 국토모니터링 업무지원, 타부처 업무지원 등을 수행하며, 기술관련해서는 국토변화기본도 제작, 수치지도제작 우선순위 결정, 수도권 등 세밀국토이용도 제작, 자동정사보정 기술개발, 국토모니터링 DB 관리시스템 구축 등 관련기술을 개발해야 할 것이며, 이러한 시스템이 갖춰진 후에는 정책기관뿐만 아니라 국민을 상대로 하여 활용 가능한 서비스를 제공해야 할 것이다.

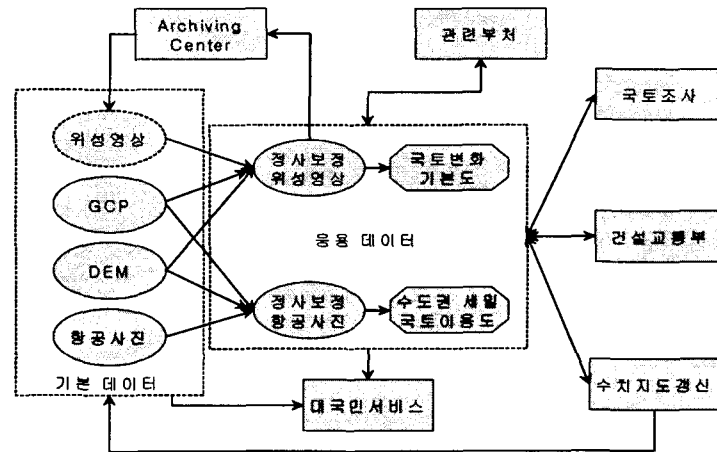


그림2. 국토모니터링 중점추진과제

3.4. 조직구성 및 단계별 구축 방안

대량의 데이터베이스를 기반으로 한 국토모니터링체계가 원활하게 수행되기 위해서는 다음

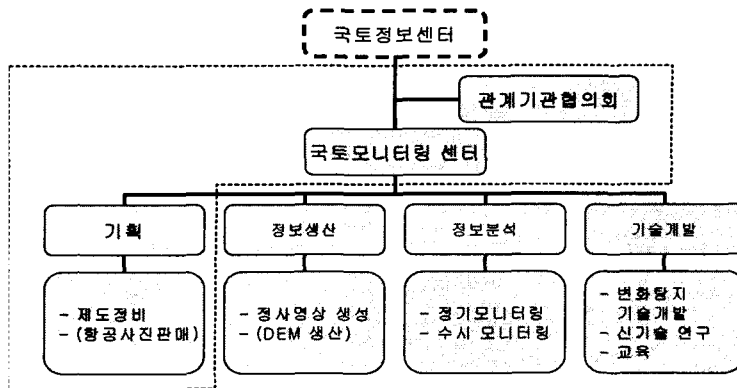


그림3. 국토모니터링센터 조직체계

그림3.와 같은 조직이 필요하다. 초기부터 완성된 조직이 아닌 현실을 고려한 조직구성 방안이 수립되어야 한다. 먼저 최소한의 조직을 구성하여 국토모니터링체계를 운영하는 것으로, 최소한의 측량/GIS/원격탐사 전문가를 고용하여 국토모니터링 협의회를 운영하면서 기획업무만을 수행하는 조직으로 운영하다가, 점차적으로 운영성과를 고려하여 조직을 확대하거나 공공성이 있는 전문기관

에 기능을 위임하는 방안이다.

이러한 국토모니터링체계 조직을 단번에 완성한다는 것은 현실 여건상 어려움이 많으므로 단계별로 구축되어야 한다. 먼저 1 단계에서는 가장 기초적인 자료를 구축하여 이를 사용한 시범 사업을 실시하면서, 타 기관과의 협의회 구성/운영을 통하여 국토모니터링의 기반을 다져가도록 한다. 2 단계에서는 시범사업의 결과를 참고하여 수요기관의 요구에 따른 정기적/필수 자료 구축하고, 이러한 데이터베이스로부터 다양한 활용방안을 확대해 나감으로써 내실화를 이룩한다. 3 단계에서는 전국적으로 구축된 데이터베이스를 기반으로 특수한 목적의 보다 정밀한 자료를 사용하여 국토모니터링에 응용하고, 정기/수시 모니터링이 이루어지는 안정화를 이루도록 한다.

3.5. 업무별 추진일정

국토모니터링체계를 구축하는 세부적인 업무별 추진일정, 즉 기획업무, 정보생산업무, 정보분석업무, 기술개발업무 등으로 나누어 대략적인 추진일정을 제시하였다.

구분	1 단계		2 단계			3 단계				
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
- 모니터링센터 구축 1 단계										
- 모니터링센터 구축 2단계										
- 국토모니터링 협의회 구성 운영										
- HW, SW 구축										
- 법제도 정비										
- 표준화										
- 홍보 및 대외업무										
- 대국민 서비스										

그림4. 기획업무 추진일정

구분	1 단계		2 단계			3 단계				
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
- 지동정사보정기술개발										
- 모니터링 기법 개발(시범사업)										
계속										
- 국토모니터링 DB관리시스템개발										
- 대국민서비스 관련 기술개발										
- 신기술관련 기술 개발										
- 인력양성 교육										

그림5. 기술개발업무 추진일정

구분	1 단계		2 단계			3 단계				
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
GCP 데이터베이스 구축										
정사영상 중,저해상도										
고해상도										
DEM 구축 전국(수치지도 기반)										
대도시권(LIDAR, 5m)										
기타지역(LIDAR, 10m)										
정사사진 수도권(매년)										
광역권(매 2년)										
중소도시(매 5년)										
기타지역(매 10년)										

그림6. 정보생산업무 추진일정

구분	1 단계		2 단계			3 단계				
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
- 국토변화기본도 시범사업										
제작 공급										
- 수치지도제작 우선순위결정 시범사업										
시행										
- 수도권 새일국토이용도 시범사업										
제작공급										
- 정기/수시 모니터링										
- 국토조사 지원										
- 터부처 모니터링 지원										

그림7. 정보분석업무 추진일정

4. 국토모니터링체계의 활용

현재 각 부처별로 인공위성영상을 필요에 따라 구매하고 있으며, 그 결과물의 활용이 제한적인 상황이다. 또한 지리원, 임업연구원 등에서 정기적으로 촬영되고 있는 항공사진의 경우, 법/제도적 문제로 인하여 활용이 제한된다는 이유도 있지만, 정사보정에 필요한 복잡한 작업 및 유통 활용망이 불비로 인해 막대한 정보가 적절하게 활용되고 있지 못한 상황이다.

본 연구에서는 이와 같은 상황인식 하에, 인공위성영상 및 항공사진, DEM 등의 국토기본정보를 효과적으로 공유하고, 활용성을 높일 수 있는 방안을 제시하였다.

국토모니터링체계가 구축되면, 국립지리원의 주요업무인 수치지도의 갱신업무의 효율화를 달성할 수 있으며, 건설교통부에서 시급히 요구되는 토지이용변화상황을 적시에 공급함으로써 국토계획 등에 직접 활용할 수 있을 것이다.

아울러, 국토기본정보가 정비됨에 따라, 타 부처에서 각자 추진중인 국토모니터링 관련업무의 효율화가 이루어 질 수 있을 뿐 아니라, 대 국민 서비스 수준을 제고함으로써 디지털국토를 바탕으로 한 국가 전체의 경제적/사회적 측면에서 막대한 수익을 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

5. 결론

본 연구에서는 체계적이고 효과적인 국토계획 및 관리를 위해 자료를 제공하기 위한 국토모니터링체계 구축을 목적으로 다음과 같은 구축방안을 제시하였다.

1. 국토모니터링체계에서 수행할 기능 및 역할에 대한 비전을 제시하였다.
2. 국토모니터링체계를 구축하기 위한 구축전략, 중점추진과제 및 기술개발에 대한 방안을 제시하였다.
3. 국토모니터링체계의 조직구성 및 단계별 구축방안, 업무별 추진일정을 제시하여 구체적인 국토모니터링체계 구축방안을 제시하였다.
4. 국토모니터링체계가 구축된 후 관련업무가 효율적으로 이루어지도록 하기 위한 활용방안을 제시하였다.

참고문헌

1. 건설교통부, 국가지리정보체계구축사업 발전방안연구, 1997
2. 해양수산부, 위성영상을 이용한 연안변화탐지기술개발 용역, 2000
3. 서울시정개발연구원, 서울시 수치정사사진 제작 및 활용방안연구, 1998
4. 국토연구원, 공간영상정보시스템 세부계획 수립연구, 2000
5. 국립지리원, 토지이용현황도 수치지도화사업 활용도 제고방안 연구, 2000
6. Guindon B. , Edmonds C. M., Exploiting Inter Scene Overlap to Improve Large Area Land Cover Mapping From Landsat Imagery, 2001 ASPRS Annual Conference, St. Louis, MO, April 23-27
7. Vrieling A. , van der Sanden J. J., Satellite Remote Sensing for Monitoring Coastline Dynamics of the Canadian Beaufort Sea Coast; , submitted to: CSA , 2001