

# 기상위성 영상처리 기술의 경제성 분석에 관한 연구

조남욱\*, 안재경\* 정회원, 손승희\*\*, 이봉주\*\*\*, 송준우\*\*

## A Study on Economic Assessment of Image Processing Technologies for Meteorological Satellites

Nam Wook Cho\*, Jaekyoung Ahn\*, Regular Member, Seung-Hee Sohn\*\*, Bongju Lee\*\*\*, Junwoo Song\*\*

### 요 약

지구환경감시 위성개발에 관한 관심이 날로 증가하고 있음에도 불구하고, 위성으로부터의 정보를 빠른 시간 내에 가공하여 활용할 수 있는 영상처리기술에 대한 투자는 미미한 실정이다. 본 논문에서는 한국형 위성영상처리 기본체계 구축에 필요한 각 요소기술과 관련 산업의 관계를 정성적으로 고찰하였으며, 시스템 구축비용을 추정하여 관련 산업이외의 산업파급효과를 정량적으로 도출하였다. 또한, 한국형 위성영상처리 기본체계 구축에 소요되는 비용과 이에 수반되는 혜택에 대한 내부수익률을 산출하여 경제적 타당성을 계량적으로 분석하였다. 분석결과, 농수산업, 관광레저산업, 운송업 등이 본 체계 개발과 관련성이 높았으며, 이로 인하여 직접관련 산업을 제외하고 91억 원의 생산유발효과, 33억 원의 부가가치유발효과, 그리고 54명의 고용유발효과가 있을 것으로 분석되었다. 한편 비관적 시나리오에서도 최저수익률 5.5%를 상회하는 7%의 수익률을 보일 것으로 예측되어 투자타당성을 확보하는 것으로 확인되었다.

**Key Words** : Meteorological Satellite Image Processing System; Economic Assessment; Total Cost of Ownership; Internal Rate of Return; Inter-industry Analysis

### ABSTRACT

Despite of growing concern for developing meteorological satellites, poor investment has been realized to acquire effective and efficient satellite image processing technologies. In this study, not only qualitative exploration on mapping each elementary technology into related industries but quantitative inter-industry analysis induced from Total Cost of Ownership (TCO) of the Korean satellite image processing system were performed. Furthermore, economic assessment has been made by estimating internal rate of return(IRR) for the benefits returned versus TCO of the system. The results showed that agriculture and fisheries industry, tourist and leisure industry, and transportation industry were highly related with the acquisition of the system, and that 9.1 billion won of production-induced effects, 3.3 billion won of value-added-induced effects, and 54 individuals of employment-induced effects were anticipated except for those of directly relevant industries. Even in the pessimistic scenario, 7% of IRR exceeding 5.5% assumed as current public rate was postulated, consequently, the investment was fairly justified.

## I. 서론

최근 기후변화에 따른 이상기후가 빈번해짐에 따라 미국, 일본, 유럽 등 선진국을 중심으로 지구환경감시 위성개발에 대한 관심이 높아지고 있다. 우리나라의 경우에도 위성정보의 급격한 증가로 독자적인 위성정보 활용기술이 중요성이 부각되고 있으며, 다양한 위성정보의 활용 및 활성화를 위하

여 국가연구개발사업의 중장기 발전전략에서도 위성정보 활용기술이 중점육성기술로 분류된다. 하지만 현재 국가기상위성센터에서는 다양한 위성에 대한 각각의 영상처리 시스템이 구축되어있어 범용의 영상처리 체계가 없는 상태이다[4].

따라서 위성영상처리 시스템 개발, 현업운영, 유지보수, 분석, 성능점검, 서비스 등의 검증된 환경을 제공할 수 있는 안정적인 영상처리 기본체계 개발이 요구되며, 국내에서 유

\*교신저자: 안재경 (jkanh@seoultech.ac.kr), 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과

\*\*국가기상위성센터 위성운영과, \*\*\*기상청

접수일자: 2012년 2월 3일, 수정완료일자: 2012년 4월 2일, 최종게재확정일자: 2012년 6월 19일

일하게 지구환경감시 위성자료 및 처리기술을 보유하고 있는 국가기상위성센터의 연구 및 현업 운영 응용프로그램 개발 시 업무 교류의 원활한 지원을 위하여 표준적 위성영상처리 체계가 필요하다[4].

이러한 위성 영상처리 기술의 개발을 위해서는 장기간 인력과 개발비용이 투입되어야 하므로 기술개발의 타당성 분석이 필요하다. 최근에는 사업 추진에 앞서 계량적이고 구체적인 경제성 평가 작업을 요구하고 있으며 이러한 추세는 앞으로 더욱 강화될 전망이다[6]. 특히 위성관련 사업은 초기 투자비용이 크기 때문에 더욱 엄밀하고 계량적인 경제성 분석이 요구된다.

본 연구에서는 한국형 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 관련 산업 파급분야를 정성적·정량적으로 분석하고, 사업추진의 경제성을 평가하기 위해 위성영상처리 기본체계 개발의 비용과 편익을 도출한 후 사업의 경제성을 분석한다. 이를 위하여 위성 영상처리 기술과 연관성이 있는 사업을 분류하고 산업별 파급효과를 전문가 설문을 통해 정성적으로 분석하였으며, 기술 개발에 따른 정량적 파급효과를 도출하기 위해 산업연관분석(inter-industry analysis)을 실시하였다. 또한 한국형 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 경제성을 평가하기 위해 사업 추진에 소요되는 비용과 이에 수반되는 혜택을 산정하고 이를 토대로 낙관적 시나리오와 비관적 시나리오로 구분하여 경제적 타당성을 계량적으로 분석하였다. 본 연구는 위성영상처리 기술 개발 정책결정 및 기술 개발 전략 수립 과정에 기여할 것으로 기대된다.

본 논문의 구성을 다음과 같다. 먼저 II장에서는 위성영상처리 관련 산업을 분류하고 산업별 연관관계를 정성적으로 분석하였다. III장에서는 위성영상처리 기술개발에 따른 경제적 파급효과를 정량적으로 분석하여 제시하였으며, IV장에서는 개발 비용과 혜택에 따른 비용-혜택 분석을 통해 해당 사업의 경제성을 분석하였다.

## II. 위성영상처리 관련 산업 분류

본 절에서는 한국형 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 관련 산업 파급분야를 조사하고 분석한다. 이를 위하여 본 연구에서는 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 관련 산업을 속성에 따라 (1) 위성영상처리 개발기술 측면과 (2) 위성영상처리 정보 수요 측면으로 분류하였다. 위성영상처리 개발기술 관련 산업은 향후 위성영상처리기술이 개발될 경우 기술의 연관성과 파급효과를 갖는 산업의 의미하며, 정보 수요 관련 산업은 향후 위성영상기술의 발전으로 인해 정보의 수혜를 입는 농업, 물류, 건설 등의 수혜산업을 의미한다.

본 절에서는 이러한 두 가지 측면에서 관련산업을 분류한 후 전문가 설문을 통해 관련 산업과의 연관성을 정성적으로 분석하였다.

## 1. 위성영상처리 개발기술 관련 산업

위성영상처리 기본체계 기술 개발 관련 산업은 위성영상처리 기본체계 개발에 따라 기술적 파급효과를 갖는 산업을 의미하며 이는 향후 구체화될 위성영상처리의 기본체계 기술개발 로드맵과 밀접하게 관련된다. 그러나 현 단계에서는 위성영상처리의 기본체계 기술개발 로드맵이 확정되지 않아 이를 분석하기에는 한계가 존재하며, 직접적인 산업파급 효과를 분석하는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 NOAA의 GEO-IDE(Global Earth Observation Integrated Data Environment)를 분류기준으로 삼고 전문가들을 대상으로 기술적 측면에서 관련가능성이 높은 산업을 재분류한 후, 향후 위성영상처리 기본체계 기술 개발 시 관련성을 정성적으로 조사하여 제시한다.

최근 NOAA는 범 지구 관측 통합자료 환경(GEO-IDE : Global Earth Observation Integrated Data Environment)을 추진하고 있다[11]. 많은 관측시스템을 통한 자료의 요구가 사회적인 주요문제로 대두되고 있기 때문에 기존에 특정 목적의 관측, 단독관측, 비 통합화에 대한 통합화 및 공동활용을 위한 시스템을 구축한 것이다. GEO-IDE는 NOAA내의 많은 시스템간의 상호운용성(표준)을 확보하여 효율적으로 통합하는 체제라고 할 수 있으며, 기존 시스템에 대한 충격을 최소화시키면서 추진하고 있다. 가장 기본이 되는 것은 이질적인 컴퓨팅환경 및 내부적인 네트워크에서부터 NOAA 자체내의 상호운용성인 GEO-IDE를 통해서, 미국 GEO, 주 및 관련기관의 상호운용성, 최종적으로 GEOSS의 상호운용성을 확보할 수 있도록 추진방향을 설정하고 있다[7].

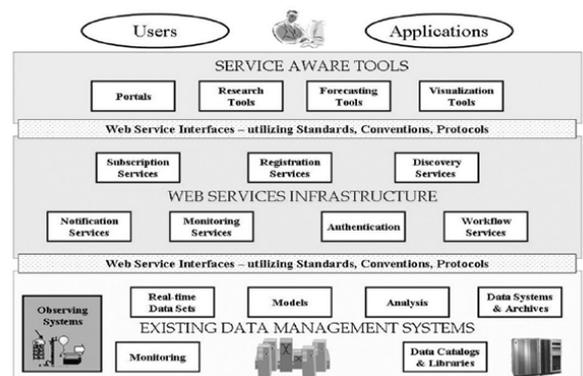


그림 1. GEO-IDE 아키텍처

그림 1에서 보는 바와 같이 NOAA GEO-IDE는 기존 자료관리 시스템 (Existing Data Management System), 웹서비스 인프라 (Web Service Infrastructure), 서비스 (Service Aware Tool)의 3개의 계층으로 구분된다. 기존 자료관리 시스템은 관측시스템으로부터 실시간자료를 모니터링, 데이터베이스, 모형, 분석, 자료저장 및 자료 카타로그 등을 생성하고, 이 기존시스템은 웹서비스를 위하여 표준화된 인터페이

스 툴 등을 이용하여 정보를 제공하게 된다. 서비스 계층은 각종 응용 서비스를 제공하게 된다.

본 연구에서는 GEO-IDE에 근거하여 개발기술 관련 산업을 도출하였다. 도출과정은 전문가들의 브레인 스토밍기법을 사용하여 1차 후보군을 선정된 다음 델파이법을 사용하여 의견을 수렴하였다. 선정된 관련 산업은 GEO-IDE 아키텍처에 그림 2와 같이 매핑될 수 있다.

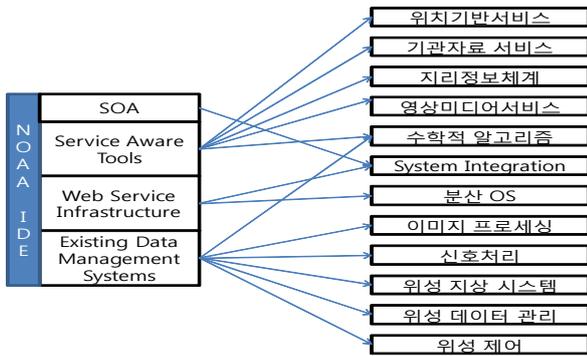


그림 2. GEO-IDE 아키텍처와 개발기술 관련산업 간의 연관관계

개발기술 관련산업의 효과를 분석하기 위해 본 연구에서는 리커트 5점 척도를 사용하여 전문가 설문을 실시하였다. 설문결과를 요약하면 아래 그림과 같다. 위치기반서비스를 제외하고 전반적으로 3점 이상의 관련성을 나타내어 비교적 높은 파급효과를 나타내었으며, 영상미디어 서비스와 위성 데이터 관련 산업이 가장 관련성이 높은 것으로 나타났다.

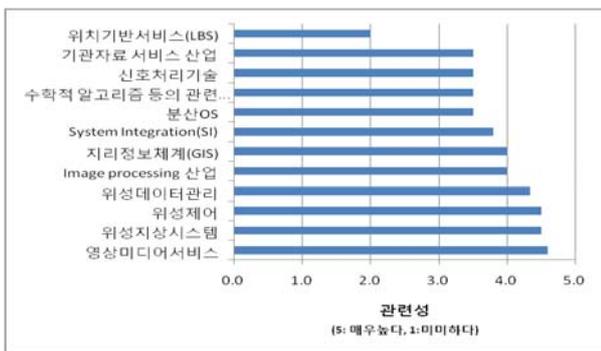


그림 3. 개발기술 관련 산업 파급효과

## 2. 위성영상처리 정보 수요 산업

위성영상처리 체계의 구축을 통한 궁극적 목표 중의 하나는 양질의 기상정보 및 서비스 제공이라고 할 수 있다. 따라서 위성영상처리 체계의 개발은 기상정보에 영향을 받는 산업과 관련이 있다고 볼 수 있다. 미국 상무부는 최근 "지구상에 존재하는 모든 산업분야 가운데 70% 이상의 기업들이 날씨로부터 영향을 받고 있다"고 조사결과를 발표한 바 있다 [1]. 기상청[2]에 의하면 기상에 민감한 영향을 받는 농업, 임업, 수산업, 건설업, 운송, 소매, 재정, 보험, 부동산과 같은 산

업이 차지하는 비율이 우리나라의 경우는 GDP의 52%로 미국의 42%에 비해 높은 편이며, 국내 건설업, 소매업, 금융보험업 등 기상과 밀접한 관계가 있는 산업분야에 대한 사례조사를 통해 기상정보 활용으로 인한 사회, 경제적 가치가 연간 3조 5천 억~6조 5천 억 원에 달한다고 추정하고 있다.

본 연구에서는 기상정보 수요자 측면에서 위성영상처리 체계의 구축과 관련성이 높은 산업 체계를 분류하기 위해 Centrec Consulting Group의 연구 결과[9]를 바탕으로 국내 산업을 아래와 같이 11개의 산업으로 재분류하였다.

- 농수산업
- 관광 레저 산업
- 해운, 해양관측
- 항공
- 물류 (육상운송)
- 유통
- 제조업
- 건설
- 전력, 에너지 산업
- e-business (인터넷 쇼핑 등)
- 기타 기상관련산업 (보험 등)

위와 같이 분류된 정보수요 산업과 위성영상처리 개발간의 연관성을 분석하기 위해 리커트 5점 척도를 사용하여 전문가 설문을 실시하였다. 설문 결과 농수산업이 가장 높은 연관성을 갖는 것으로 조사되었으며 관광·레저 산업, 해운, 항공 등이 높은 연관성을 가진 반면, 전력·에너지, 건설, 제조업 등은 상대적으로 낮은 연관성을 가지는 것으로 조사되었다.

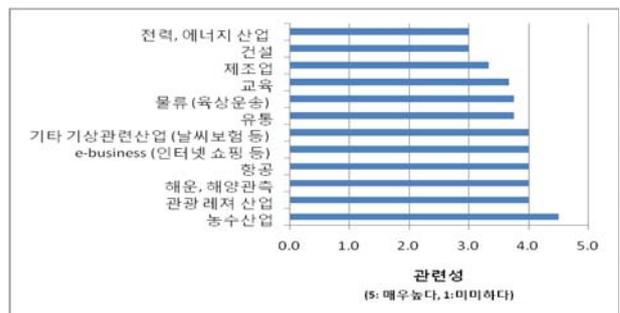


그림 4. 위성영상처리 정보 수요 산업 파급효과

## Ⅲ. 위성영상처리 기술개발에 따른 경제적 파급효과

### 1. 개요

위성영상처리체계를 개발하기 위해서는 H/W, S/W, DB, 관련설비, 응용시스템개발 등 다양한 분야에서 투자가 필요

하다. 이러한 투자는 또 다시 관련 부품, 소프트웨어 등 다른 산업에서 생산된 제품이 원재료로 투자된다. 이와 같이 한 산업에서 생산된 상품이 다른 상품의 생산과정에서 원재료로 투입됨으로써 각 산업은 서로 직접적 또는 간접적으로 연관을 맺게 되는데, 이러한 생산활동에서 생산요소와 기술 지식의 산업간 상호 연관관계를 정량적으로 파악하는 분석방법이 산업연관분석(inter-industry analysis), 또는 투입산출분석(input-output analysis)이다.

산업연관분석에서는 특정 관심대상 변수를 외생적으로 취급하여 내생적인 경제 부분에 미치는 영향을 쉽게 살펴볼 수 있는데 이를 외생화라고 하며, 외생화 기법을 적용하게 되면, 총수요가 아닌 특정 부문의 산출물이 미치는 영향과 그 산출물이 타 산업을 유발시키는 효과를 보다 명확히 파악할 수 있다. 이러한 외생화 과정을 거치지 않으면 산업연관표의 특성상 특정 산업 부문의 변화에 대한 타 산업의 영향을 분석하는 과정에서 해당 산업이 중복되어 계산되는 오류가 발생하게 된다. 본 연구에서도 개별 아이TEM 대상 위성영상처리체계 투자의 타 산업에 대한 파급효과를 보다 정확히 예측하기 위해서 관련 산업을 외생화하여 분석하였다.

## 2. 산업 재분류 및 통합

외생화를 통해 산업연관분석을 수행하기 위해서는 위성영상처리체계 관련 산업을 추출하여 단일 산업으로 재분류해야 한다. 한국은행이 발간한 산업연관표[8]는 28개 대분류, 78개 중분류, 168개 소분류, 403개의 기본부문으로 구성되어 있는데, 본 연구에서는 파급효과의 과대계상을 피하기 위해서 위성영상처리체계 관련 산업을 가장 세부적인 수준인 기본부문에서 추출하였으며, 추출된 위성영상처리체계 관련 산업을 표 1에 제시하였다.

404개의 기본 부문 중 표 1에서 제시된 6개의 기본 부문을 묶어서 대분류상 29번째 산업인 위성영상처리체계 산업으로 재분류하고, 이를 제외한 나머지 기본 부문은 원래의 28개의 대분류 산업으로 통합하였다. 따라서 본 연구에서 파급효과 분석에 사용되는 산업분류는 표 2와 같다.

표 1. 위성영상체계산업

| 대분류 | 중분류        | 소분류 | 기본부문        |     |            |     |            |
|-----|------------|-----|-------------|-----|------------|-----|------------|
| 13  | 전기 및 전자기   | 44  | 영상음향 및 통신기기 | 102 | 통신 및 방송기기  | 260 | 무선통신 단말기   |
|     |            | 45  | 컴퓨터 및 사무기기  | 103 | 컴퓨터 및 주변기기 | 261 | 무선통신시행장비   |
| 24  | 분류업 서비스    | 66  | 연구기관        | 148 | 연구기관       | 262 | 컴퓨터 및 주변기기 |
|     |            | 67  | 사업관련 전문 서비스 | 153 | 컴퓨터 관련 서비스 | 357 | 연구기관 (국공립) |
|     |            |     |             |     |            | 359 | 연구기관 (산업)  |
| 366 | 소프트웨어 개발공급 |     |             |     |            |     |            |

표 2. 최종 산업 분류

| 번호 | 산업          | 번호 | 산업           |
|----|-------------|----|--------------|
| 1  | 농림수산물       | 16 | 가구 및 기타제조업제품 |
| 2  | 광산업         | 17 | 전력, 가스 및 수도  |
| 3  | 음식료품        | 18 | 건설           |
| 4  | 섬유, 가죽제품    | 19 | 도소매          |
| 5  | 목재 및 종이제품   | 20 | 음식점 및 숙박     |
| 6  | 인쇄, 출판 및 복제 | 21 | 운수 및 보관      |
| 7  | 석유, 석탄제품    | 22 | 통신 및 방송      |
| 8  | 화학제품        | 23 | 금융 및 보험      |
| 9  | 비금속광물제품     | 24 | 부동산 및 사업서비스  |
| 10 | 제1차급속       | 25 | 공공행정 및 국방    |
| 11 | 금속제품        | 26 | 교육 및 보건      |
| 12 | 일반기계        | 27 | 사회 및 기타 서비스  |
| 13 | 전기 및 전자기기   | 28 | 기타           |
| 14 | 정밀기기        | 29 | 위성영상처리체계산업   |
| 15 | 수송장비        |    |              |

## 3. 유발계수 및 효과

산업연관표를 이용하여 경제적 파급효과 분석을 실시하기 위해서는 충격을 설정해야 한다. 충격이란 경제학적 의미로 기존에 존재하지 않았던 새로운 경제적인 변화가 일차적으로 전체 산업에 발생시키는 독립적인 교란을 의미하는 것이다. 즉, 위성영상 기본체계의 경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 과거에는 존재하지 않았던 사업이 일차적으로 어느 산업에 어느 정도의 영향을 미치게 되는가를 결정해야 하는 것이다. 시스템 구축 비용을 추정하여 경제적 충격을 산정하면 표 3과 같다.

표 3. 경제적 충격 산정 (단위: 억 원)

|           | 비용   |
|-----------|------|
| 하드웨어 비용   | 8.5  |
| 소프트웨어 비용  | 5.0  |
| 응용시스템 개발비 | 37.0 |
| DB 구축비    | 6.5  |
| 유지관리비     | 3.6  |
| 교육비용      | 1.5  |
| 기타        | 2.0  |
| 총비용       | 64.1 |

개별 아이TEM 대상 위성영상처리체계 개발에 따른 생산유발계수, 부가가치유발계수, 고용유발계수를 도출한 후, 표 3에서 제시된 경제적 충격을 대입하면 위성영상처리체계 개발에 따른 경제적 파급효과는 다음과 같이 구할 수 있다.

- 생산유발효과: 91 억 원
- 부가가치 유발효과: 33억 원
- 고용유발효과: 54명

## IV. 위성영상처리 기본체계 개발 비용편의 분석

대부분의 투자에 있어서 비용의 발생은 한 시점에서만 발생하는 것이 아니라 일정 기간 중 적절한 시기에 나누어서

지출하게 되는데 이러한 비용의 지출 시기와 각 시점에 지출되는 액수를 현금 흐름(cash flow)이라 한다. 이 때 서로 다른 시점에 지출되는 비용의 가치는 액수가 같더라도 이자율 때문에 달라지게 된다. 따라서 비용/혜택의 시간적 가치를 산정하기 위한 할인율을 기준으로 경제성분석을 실시하게 된다. 본 연구에서는 현재 정부추진 사업에서 일반적으로 사용되는 할인율 5.5%를 기준으로 순현재가(Net Present Value: NPV)와 내부수익률(Internal Rate of Return: IRR) 관점에서 경제성을 분석하였다.

### 1. 비용분석

위성영상처리 기본체계 개발의 경제성 분석을 위해서는 비용 분석이 선행되어야 한다. 하지만 현재 위성영상처리 기본체계 개발의 로드맵과 소요 비용 등의 개발 계획이 수립단계에 있으므로 소요되는 비용을 정확히 산정하기가 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 전문가들을 대상으로 심층인터뷰를 실시하여 소요비용을 추정하였다.

먼저 비용 항목을 하드웨어, 소프트웨어, 응용시스템 개발, DB 구축, 유지관리, 교육, 기타의 7가지 항목으로 구분하여 설문을 실시하였으며 전문가들의 추정치를 소요비용으로 계상하였다. 개발기간은 2011년부터 5년으로 가정하였으며 연도별 소요비용은 표 4와 같다.

표 4. 연도별 소요 비용 (단위: 억 원)

|            | 2011        | 2012        | 2013        | 2014        | 2015        | 소계          |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| H/W비용      | 1.7         | 1.7         | 1.7         | 1.7         | 1.7         | 8.5         |
| S/W비용      | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 1.0         | 5.0         |
| 응용시스템      | 7.4         | 7.4         | 7.4         | 7.4         | 7.4         | 37.0        |
| DB 구축비     | 1.3         | 1.3         | 1.3         | 1.3         | 1.3         | 6.5         |
| 유지관리비      | -           | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 0.9         | 3.6         |
| 교육비용       | -           | -           | -           | 0.5         | 1           | 1.5         |
| 기타         | 0.4         | 0.4         | 0.4         | 0.4         | 0.4         | 2.0         |
| <b>총비용</b> | <b>11.8</b> | <b>12.7</b> | <b>12.7</b> | <b>13.2</b> | <b>13.7</b> | <b>64.1</b> |

### 2. 편익분석

본 절에서는 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 혜택을 계량화 하였다. 이를 위해서 위성영상처리에 따른 혜택을 도출하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 다음과 같이 5개 항목의 혜택을 도출하였다.

- 영상처리시스템 개발비용 절감: 영상처리 기본 체계의 표준화에 따라 향후 개발되는 영상처리 시스템의 개발 비용이 절감되는 혜택
- 영상처리시스템 유지보수 비용 절감: 영상처리 기본 체계의 표준화에 따라 향후 개발되는 영상처리 시스템의 유지보수 비용이 절감되는 혜택
- 기상예보 신속성 제고: 영상처리시스템의 속도가 빨라져 현재 15분 가량 소요되는 영상처리시간이 단축되어

기상예보의 신속성 제고

- 기상예보 정확성 향상: 영상처리시스템의 고도화에 따른 기상예보의 정확성 향상
- 정보활용도 증대: 영상처리 기본 체계의 표준화에 따라 정보 활용 기관 수와 활용도의 증대

향후 위성영상처리 기본체계가 성공적으로 구축될 경우 혜택을 아래와 같이 추정하였다.

표 5. 혜택 추정치

| 혜택항목               | 추정치          |
|--------------------|--------------|
| 영상처리 시스템 개발비용 절감   | 개발비용의 25%    |
| 영상처리시스템 유지보수 비용 절감 | 유지보수 비용의 23% |
| 기상예보 신속성 제고        | 6.7분         |
| 기상예보 정확성 향상        | 12%          |
| 정보활용도 증대           | 10%          |

#### 2.1 혜택의 정량화

경제성 분석을 위해서는 앞 절에서 추정된 혜택을 화폐 가치로 정량화하는 과정이 필요하다. 먼저 위성영상처리 시스템의 개발비용과 유지보수 비용의 절감혜택은 향후 투자될 개발비와 유지보수비 추정을 통하여 다음과 같이 구해질 수 있다.

(1) 위성영상처리 개발 비용 절감<sup>1)</sup>

- 향후 위성영상처리 시스템 개발비 (연간): 35억 원
- 개발비 절감 (%) : 25%
- 연간 절감액: 35 억 원 x 25 (%) = 8.8억 원

(2) 위성영상처리 시스템 유지비용 절감

- 유지보수비 비율: 누적 개발투자비용의 10%로 가정
- 연간 절감액: 연간 유지 보수비의 23% 절감

위성영상처리 개발과 유지보수 비용과 같은 직접적인 혜택 이외에도 위성영상처리 기본 체계의 구축은 기상예보의 질을 향상시키며 정보활용도를 증대시킬 것으로 예상된다. 하지만 기상예보의 질 향상이나 정보활용도 증대와 같은 혜택을 화폐가치로 환산하기는 매우 어렵다. 예를 들면 우리나라의 경우 매년 약 2조 원 가량이 기상재해로 인한 피해액으로 추정되는 데, 기상정보의 질이 향상될 경우 피해액이 어느 정도 줄어들지에 대한 근거도출에 어려움이 있다. Centrec Consulting Group에 따르면 [9], 실제로 기상재해의 피해 절감액 도출은 매우 어려우며 따라서 기상예보의 질 향상에 따른 혜택의 정량화는 산업별로 부분적으로 수행하는

1) 단 2017년의 경우 천리안 후속 위성발사로 인해 위성영상처리 시스템에 추가 투자 150억 원이 예상되며 따라서 2007년의 연간 절감액은 37.5억 원으로 산정되었다.

것이 바람직하다. 따라서 본 연구에서는 정보활용도 증대 등의 정량화가 어려운 부분의 혜택은 무시하고 기상예보의 질이 향상될 경우 정량화가 용이한 산업위주로 혜택을 추정하기로 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 앞서 제시한 설문 조사를 바탕으로 기상예보의 신속성과 정확도가 향상되어 기상예보의 질이 10% 향상된다고 가정하였다.

본 연구에서는 11개로 분류된 기상정보 수요 산업을 대상으로, 선행연구[9,11,12]에 근거 하여 정량화가 용이한 전력 산업, 가스산업, 항공산업의 혜택을 다음과 같이 도출하였다. 정량화를 위해 사용한 근거 자료는 다음과 같다.<sup>2)</sup>

- 미국 GDP 대비 국내 GDP 비율: 0.09 (2005년~2009 년의 5년 평균)
- 물가 상승률: 4.1 %
- 원/달러 환율: 1100원/US\$

(3) 전력산업 혜택

Teisberg 등 [12] 이 수행한 연구에 따르면 기상예보의 정확도가 1% 향상됨에 따라 미국 전력산업에서 연간 1.4 Million\$ (이하 M\$)의 혜택이 발생한다고 분석하였다. 이를 국내 전력산업으로 비교유추하면 다음과 같은 혜택이 도출된다.

- 정확도 10% 향상 시 (미국 2002년 기준): 1.4 M\$ x 10 = 14 M\$
- 국내 전력산업 혜택 (2016년 기준) : 14 M\$ x 환율 x 물가상승률 x GDP 비중 = 14M\$ x 1100 (원/\$) x (1+0.041)<sup>-14</sup> x 0.09= 24.3 억 원

(4) 가스산업 혜택

Centrec[9]에 따르면 미국 기상예보의 정확도가 25% 향상할 때 미국 가스 산업의 혜택이 연간 1.88 M\$ 발생한다고 분석하였다. 이를 국내 가스 산업으로 비교유추하면 다음과 같은 혜택이 도출된다.

- 정확도 25% 향상 시 (미국 2002년 기준): 1.88 M\$
- 정확도 10% 향상 시 (국내 2016년 기준): 1.88 M\$ x 10/25 x 환율 x 물가상승률 x GDP 비중 = 1.88M\$ x 1100 (원/\$) x (1+0.041)<sup>-14</sup> x 0.09= 1.3 억 원

(5) 항공산업 혜택

미국의 경우 항공운송산업에서 연간 450,289 회의 지연이 발생하며 이중 309,482 회의 지연이 날씨에 의한 지연으로 조사되었다[9,10]. 이는 약 69%가 날씨에 의한 지연임을 의미한

다. 평균 지연 시간은 45분이며 비행기 지연 한 건당 비용은 승객들의 잃어버린 시간으로 인한 기회비용을 감안하지 않고 보수적으로 추정하더라도 건 당 2,291 \$로 추정되었다.

우리나라의 경우 국회 안홍준의원[5]의 자료에 따르면 2009년 1월부터 2010년 8월 까지 국내 공항의 지연 횟수를 조사한 결과 대한항공의 경우 8,596건이, 아시아나 항공의 경우 6,313 건이 발생하여 총 14,908건이 발생한 것으로 나타났다. 이를 연간 발생건수로 환산하면 8,945건이 산출되며 이 중 날씨에 의한 지연 건수는 8,945x0.69=6,148건이 된다. 이를 근거로 기상예보가 10% 향상되어 날씨에 의한 지연이 10% 줄어든다고 가정하고 국내 항공운송산업의 편익을 추정하면 다음과 같다.

- 기상예보 10% 향상 시 (2016년 기준) = 6148 건 x 10% x 2291\$ x 환율 x 물가상승률 = 27.2 억 원

지금까지 정량화된 혜택을 요약하면 다음과 같다.

표 6. 혜택의 정량화 (단위: 억원)

| 혜택항목               | 연간 혜택 |
|--------------------|-------|
| 영상처리 시스템 개발비용 절감   | 8.8*  |
| 영상처리시스템 유지보수 비용 절감 | 3.2** |
| 전력산업 혜택            | 24.3  |
| 가스산업 혜택            | 1.3   |
| 항공산업 혜택            | 27.2  |

\* 단 2017년 제외. 2017년의 경우 37.5억.

\*\* 평균 절감 비용

이 밖에도 해양 운송 산업의 효율적 라우팅으로 인한 혜택, 농업의 효율적 관개 및 냉해 감소로 인한 혜택, 육상 운송의 경우 결빙 예측 정확도 향상으로 인한 혜택, 건설 산업의 경우 정확한 예보로 인한 공사기간 단축 및 비용 절감, 관광 및 유통산업의 매출 증대 등의 혜택이 있을 수 있으나 정량화의 어려움으로 인해 타 산업 혜택의 정량화는 추후 연구 과제로 남기로 한다.

3. 경제성 분석

본 절에서는 앞 절에서 산정된 소요 비용과 혜택을 근거로 비용/혜택 분석을 통해 위성영상처리 기본체계 구축 사업의 경제성 분석을 제시한다. 경제성 분석의 가정은 다음과 같다.

- 할인율: 5.5%
- 위성영상처리 기본체계 개발 기간: 5년
- 위성영상처리 기본체계의 수명: 개발 완료 후 5년

앞 절에서 제시된 혜택은 다음과 같이 직접적 편익과 간접적 편익의 2가지로 분류가 가능하다. 직접적 편익은 사업의 편익이 1차적으로 조직 내부에서 발생하는 편익을 의미

2) 혜택은 위성영상처리 기본체계의 구축이 완료되는 2016년부터 발생한다고 가정하였다.

하며, 간접적 편익은 사업의 편익이 2차적으로 조직외부의 기관이나 타 산업에서 발생하는 편익을 의미한다.

- 직접적 편익: 개발비용 감소, 유지보수 비용 감소
- 간접적 편익: 전력, 가스, 항공 산업 등의 관련 산업 편익

따라서 본 연구에서는 직접적 편익만 발생하는 보수적 시나리오와 직접적 편익과 간접적 편익이 동시에 발생하는 낙관적 시나리오를 구성하여 경제성을 분석한다.

### 3.1 보수적 시나리오

직접적 혜택만 발생하는 보수적 시나리오의 경우 향후 10년간의 현금흐름을 조사하면 다음과 같다.

표 7. 보수적 시나리오의 현금흐름 (단위: 억 원)

| 연도    | '11       | '12   | '13   | '14   | '15   | '16  | '17  | '18  | '19  | '20  |
|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 비용    | 투자비용      | 11.8  | 12.7  | 12.7  | 13.2  | 13.7 |      |      |      |      |
| 직접 혜택 | 개발비용 절감   |       |       |       |       |      | 8.8  | 37.5 | 8.8  | 8.8  |
|       | 유지보수비용 절감 |       |       |       |       |      | 0.8  | 4.3  | 5.1  | 5.9  |
| 현금흐름  | -11.8     | -12.7 | -12.7 | -13.2 | -13.7 | 8.8  | 38.3 | 13.0 | 13.8 | 14.6 |

제시된 현금흐름을 근거로 경제성을 분석하면 순현재가(NPV)는 3.9 억 원, 수익률 (IRR)은 7 %의 결과가 도출된다. 이는 만약 관련 산업의 혜택이 발생하지 않고 조직 내부에서 직접적인 혜택만 발생한다면 위성영상처리 기본체계 구축사업은 최저요구수익률 5.5 %를 약간 상회하는 수준의 경제성이 확보된다는 것을 의미한다.

### 3.2 낙관적 시나리오

직접적 혜택과 간접적 혜택이 동시에 발생하는 낙관적 시나리오의 경우 향후 10년간의 현금흐름을 조사하면 다음과 같다.

표 8. 낙관적 시나리오의 현금흐름 (단위: 억 원)

| 연도    | '11       | '12   | '13   | '14   | '15   | '16  | '17  | '18  | '19  | '20  |
|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 비용    | 투자비용      | 11.8  | 12.7  | 12.7  | 13.2  | 13.7 |      |      |      |      |
| 직접 혜택 | 개발비용 절감   |       |       |       |       |      | 8.8  | 37.5 | 8.8  | 8.8  |
|       | 유지보수비용 절감 |       |       |       |       |      | 0.8  | 4.3  | 5.1  | 5.9  |
| 간접 혜택 | 전력산업      |       |       |       |       |      | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 24.3 |
|       | 가스산업      |       |       |       |       |      | 1.3  | 1.3  | 1.3  | 1.3  |
|       | 항공산업      |       |       |       |       |      | 27.2 | 27.2 | 27.2 | 27.2 |
| 현금흐름  | -11.8     | -12.7 | -12.7 | -13.2 | -13.7 | 61.5 | 91.1 | 65.8 | 66.6 | 67.4 |

제시된 현금흐름을 근거로 경제성을 분석하면 순현재가(NPV) : 185.9 억 원, 수익률 (IRR) : 41 %로 보수적 시나리오에 비해 경제성이 월등히 향상된 것을 알 수 있다. 즉, 낙관적 시나리오의 경우 관련 산업의 혜택을 일부 (전력, 가스, 항공산업) 만 포함하더라도 위성영상처리 기본체계 구축사업의 경제성이 대폭 개선된다는 것을 볼 수 있다. 따라서 위성영상처리 기술이 좀 더 의미 있는 경제성을 유지하기 위해서는 관련 기관이나 산업의 외부적인 효과를 극대화할 필요가 있다.

## V. 결론

본 연구에서는 한국형 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 관련 산업 파급분야를 위성영상처리 기본체계 개발에 따른 관련 산업을 속성에 따라 (1) 위성영상처리 개발기술 측면과 (2) 위성영상처리 정보 수요 측면으로 분류하여 조사하였다. 개발기술 관점에서는 영상미디어 산업, 위성 관련 산업, 이미지 프로세싱, 지리정보체계 산업 등과의 관련성이 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 정보 수요 측면에서는 농수산업, 관광 레저산업, 운송업 등과의 관련성이 상대적으로 높게 조사되었다. 위성영상처리 기본 체계의 개발을 통한 정량적 파급효과를 분석하기 위해 시스템 구축비용을 추정하여 관련 산업이외의 산업파급효과를 정량적으로 도출하였다. 분석결과, 생산유발효과 91억 원, 부가가치 유발 효과 33억 원, 고용유발효과 54명의 경제적 파급효과가 제시되었다.

또한, 본 연구에서는 위성영상처리 기본체계 투자의 투자비용 대비 편익을 통한 경제성을 분석하였다. 이를 위해 연도별 향후 소요 비용을 추정하고 예상되는 혜택을 정량화하였다. 분석 결과, 보수적 시나리오를 통해 비관적으로 예측할 경우에도 최저요구수익률을 넘는 경제성이 확보되었으며, 관련산업의 외부적인 혜택을 포함하는 낙관적 시나리오의 경우에는 경제성이 대폭 개선되었다.

본 연구는 위성영상처리의 기본체계 기술개발 로드맵과 구체적인 개발 계획 및 예산이 수립되지 않은 초기 기획단계에서 수행되어 소요예산과 산업 파급효과 등의 산정하는 데 있어 전문가의 추정치를 활용하였다. 따라서 향후 기술개발 계획이 확정될 경우 본 연구결과를 좀 더 구체화할 필요성이 있다. 또한 경제성 분석 시 혜택의 정량화가 용이한 경우 (개발비용 절감, 유지보수비 절감, 전력산업, 가스산업, 항공산업)에 한하여 분석을 실시하였으나 향후 추후연구를 통해 관련 산업의 혜택을 추가적으로 연구할 필요가 있다.

## 참고 문헌

- [1] 기상청, 날씨활용 사례집 1, 2002
- [2] 기상청, 날씨활용 사례집 2, 2004

- [3] 김민선, 기후변화에 대한 기업의 대응과 날씨 경영도입 효과, 계장기술, 2010. 7
- [4] 솔답, 한국형 기상.환경 위성영상처리 기본체계 개발 완료 보고서, 2010
- [5] 안홍준, 의정활동 보도자료, <http://cleanjun.com>, accessed 2010.10.30.
- [6] 조남욱, 안재경, 김지표, 홍정식, VoWLAN 도입의 경제적 타당성 분석에 관한 연구, 한국 통신학회논문지, Vol 31, No 7B, 2006. 09, 660~668
- [7] 조효섭, GEOSS 상호운용성 합의 방안 및 인터페이스 구축 동향, 한국수자원학회지, Vol 40 no 9, 2007.9
- [8] 한국은행, 2003년 산업연관표, 2007.4.
- [9] Centrec Consulting Group, LLC., 2007: An Investigation of the Economic and Social Value of Selected NOAA Data and Products for Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES). A report submitted to NOAA's National Climatic Data Center. Centrec Consulting Group, Savoy, IL.
- [9] Evans, J.E., T.J. Dacey, D.A. Rhoda, R.E. Cole, F.W. Wilson, E.R. Williams, 1999: Weather Sensing and Data Fusion to Improve Safety and Reduce Delays at Major West Coast Airports. MIT Lincoln Laboratory, Lexington, MA, 81 pp.
- [10] NOAA, 2004: Geostationary Operational Environmental Satellite system (GOES) GOES-R sounder and imager cost/benefit analysis (CBA) - Phase III. NOAA/NESDIS Office of Systems Development, Silver Spring, MD, 51 pp.
- [11] Teisberg, T., R. Weiher, and A. Khotanzad, 2005: The Economic Value of Temperature Forecasts in Electricity Generation, Bulletin of the American Meteorological Society, December, 2005; pp. 1765-71.

**저자**

**조 남 욱(Nam Wook Cho)**



- 1994년 2월 : 서울대학교 산업공학과 졸업
- 1996년 2월 : 서울대학교 공과대학 공학석사
- 2001년 5월 : Purdue University, Ph.D.
- 2001년~2003년 : Lucent Technologies
- 2003년~2004년 : 삼성SDS

· 2004년~현재 : 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수

<관심분야> : 비즈니스 프로세스 관리 및 분석

**안 재 경(Jaekyoung Ahn)**

**정회원**



- 1985년 2월 : 서울대학교 산업공학과 졸업
- 1987년 2월 : 서울대학교 공과대학 공학석사
- 1991년 8월 : Univ. of Iowa, Ph.D.
- 1991년~현재 : 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수

<관심분야> : 위성통신응용, 기술평가, 경제성분석 등

**손 승 희(Seung Hee Sohn)**



- 1986년 2월 : 이화여자대학교 과학교육과 졸업
- 1988년 2월 : 이화여자대학교 자연과학대학 이학석사
- 2007년 2월 : 연세대학교 대기과학과 박사수료

· 1988년~현재 : 기상청 국가기상위성센터 위성운영과장

<관심분야> : 기상위성 개발 및 운영

**이 봉 주(Bongju Lee)**



- 1995년 : 전북대학교 물리학과 졸업
- 1998년 : 전북대학교 영상정보공학과 공학석사
- 2004년 : 전북대학교 영상공학과 공학박사
- 2004~2006년 : 한국전자통신연구원 연구원

· 2006~현재 : 기상청 사무관

<관심분야> : 위성통신, 이동통신, 기상위성지상국, 위성자료 처리

**송 준 우(Junwoo Song)**



- 2007년 2월 : Northumbria Univ. MS&DE 학사
- 2009년 2월 : 연세대학교 정보산업공학과 석사
- 2009년~2011년 : (주)인버스 ERP 연구원

· 2011년~현재 : 국가기상위성센터 위성운영과 연구원

<관심분야> : 비즈니스 프로세스 관리 및 분석, 경제성 분석, 기상위성지상국