평가서번호	263899-2009141

평가용도외 사용금지

기 술 평 가 서

Technology Evaluation Report

- for Assessment, Valuation & Appraisal of Technology

평가기술	환경 대응형 관로 탐사로봇의 개발

평가용도	한국건설교통기술평가원 창업·사업화 지원과제 선정용

KIBO 기술보증기금

서울중앙기술평가원장(인)

1. 본 평가서는 평가용도 외로 사용할 수 없으며, 기술평가기관은 본 평가서를 기초로 한 행위결과에 대하여 어떠한 책임도 부담하지 아니합니다.
2. 본 평가서에서 사용된 가정들은 향후 사업환경의 변화, 사용된 주요 가정 등의 변경 및 신청기술을 적용하는 경영진이나 기술인력 등의 능력에 따라 영향을 받으며, 이에 따라 그 평가결과가 변동될 수 있습니다.

제 출 문

(주)지능형빌딩시스템기술연구소 귀중

본평가서를 **"환경 대응형 관로 탐사로봇의 개발"**에 관한 한국건설교통기술평가원의 창업·사업화 지원용 기술가치평가의 최종보고서로 제출합니다.

2009년 12월 15일

평가기관 : **기술보증기금**

평 가 자	:	공학박사	**손 광 식**
	:	공학석사	**설 재 한**
	:	공학박사	**임 미 섭**
	:	공인회계사	**이 성 우**
	:	변리사	**정 지 원**

목 차

Ⅰ. 기술가치평가 ····· 1

1. 평가결과 ····· 1

2. 세부 평가내용 ····· 3

가. 기술가치산출표 ····· 3

나. 주요변수산정내역 ····· 3

Ⅱ. 평가의견 ····· 21

3. 기술성 ····· 21

가. 기술의 개요 ····· 22

나. 국내외 기술동향 ····· 39

다. 기술수준 ····· 48

라. 기술의 파급성 ····· 50

4. 기술의 권리분석 ····· 52

가. 평가대상기술의 개요 ····· 52

나. 선행기술조사 ····· 54

다. 선행기술 분석결과 ····· 66

라. 권리성 분석결과 ····· 70

5. 시장성 ····· 71

가. 시장개요 ····· 72

나. 시장규모 및 특성 ····· 80

다. 시장동향 ····· 83

라. 수요전망 ····· 85

6. 사업성 ····· 87
가. 사업수행 능력 ····· 88
나. 가격 및 품질경쟁력 ····· 90
다. 사업추진의 타당성 ····· 93
라. 수익전망 ····· 95
7. 기타 사항 ····· 96
가. 인적자산 ····· 96

Ⅲ. 기업체 개황 ····· 98

1. 개요 ····· 98
2. 연혁 ····· 99
3. 경영진 및 연구진 ····· 100
4. 생산시설 ····· 102
5. 요약 재무상황 및 영업실적 ····· 102

* 참고문헌 ····· 103

Ⅰ. 기술가치평가

1. 평가결과

기술가치평가액 (유효기간)	33백만원 (2010년 5월 14일)

※ 평가조건, 핵심변수 등이 변경될 경우 기술가치평가금액 및 유효기간이 변동될 수 있음.

평가요약

(가) 평가목적

본 평가는 한국건설교통기술평가원의 건설교통 R&D 정책·인프라사업의 창업·사업화 지원사업에 관련하여, (주)지능형빌딩시스템기술연구소의 "환경 대응형 관로 탐사로봇의 개발"과제에 관한 기술의 가치를 산정하고 사업화타당성을 검증하는 데 목적이 있다.

(나) 평가대상기술

본 평가대상기술은 <표 1-1>에 명시한 바와 같이 다양한 종류의 관로 내부 상태를 탐사하기 위한 로봇을 개발하는 것으로서, 초음파 검사와 같이 간접적으로 검사하는 방식과는 달리 관로 내부에 직접 투입되어 관로를 따라 이동하는 탐사로봇의 개발에 관한 것이다.

<표 1-1> 평가대상 기술내용

구분	내용
환경 대응형 관로 탐사 로봇의 개발 기술	기술의 핵심은 관로의 내면과 충분한 접촉면적을 확보하여 안정적으로 지지될 뿐만 아니라, 수평 및 수직 상하방향으로의 경로변경이 용이한 로봇에 관한 것이다. 또, 로봇에 장착된 카메라와 각종 센서를 이용하여 관로 내부의 상태정보, 즉 관로의 손상여부, 손상위치, 퇴적물 유무 등과 같은 정보를 획득하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 하는 관로 탐사 로봇의 개발에 관한 것이다.

(다) 평가방법

본 평가에서는 평가대상기술의 가치를 금액으로 환산하기 위하여 수익접근법을 적용하였다. 수익접근법은 평가대상기술자산의 미래 수익창출 능력에 초점을 둔 방식으로, 평가대상기술로부터 발생하는 미래현금흐름의 현재가치 합계에 기술기여도를 곱하여 기술의 가치를 산정하며, 그 산식은 아래와 같다.

$$\text{기술의 가치} = \sum_{t=1}^{n} \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \times \text{기술기여도}$$

기술의 경제적 수명은 평가위원들의 합의를 거쳐 IT기술 로드맵상 지능형 로봇의 평균 기술수명 값을 적용하였다.

(라) 평가의 주요 조건 및 가정

본 평가에서는 평가대상기술의 가치를 금액으로 환산하기 위하여 수익접근법을 적용하였으며, 이에 필요한 핵심변수 즉, 기술의 경제적 수명, 초과이익, 할인율, 기술기여도 등의 값은 기술보증기금의 기술가치 평가 실무요령에 준거하여 추정하였다. 이들 변수를 추정하기 위한 세부 가정은 평가서 본문에서 설명하였다. 본 기술가치평가는 사업화 주체인 (주)지능형빌딩시스템기술연구소에 대하여 평가하였으며, 사업화 주체가 다른 경우 기술가치금액은 변동될 수 있다.

(마) 평가결과 요약

평가대상 기술의 주요 변수 및 평가 결과는 <표 1-2>와 같다.

<표 1-2> 주요 변수 및 평가결과

주요 변수	추정치 또는 결과
기술의 경제적 수명	**6년**
할인율	**13.10%**
여유현금흐름의 현재가치 합	**89백만원**
기술기여도	**37.13%**
기술의 가치	**33백만원**

2. 세부 평가내용

가. 기술가치산출표

<표 2-1> 기술가치산출표

(단위: 백만원)

구 분	2009	2010	2011	2012	2013	2014	합계
매출액	-	-	702	1,518	2,688	5,770	
매출원가	-	-	547	1,183	2,094	4,495	
판매관리비	-	-	117	252	446	958	
법인세 등	-	-	6	13	24	50	
세후영업이익(A)	-	-	32	70	124	267	
감가상각비등(B)	-	-	17	36	64	137	
자본적 지출(C)	-	-	239	294	434	1,113	
운전자본증감(D)	-	-	139	162	232	610	
투자액회수(E)	2,969						
여유현금흐름(F) (F=A+B-C-D+E)	-	-	-329	-350	-478	1,650	
현가계수(G)	-	-	0.6912	0.6111	0.5403	0.4777	
현재가치(H) (H=F×G)	-	-	-227	-214	-258	788	**89**
기술기여도(J)							**37.13%**
기술가치(K) **(K=∑H×J)**							**33**

* 평가기준일: 2009년1월1일, 평가완료일:2009년12월15일(평가 유효기간은 완료일부터 6개월)

나. 주요 변수 산정내역

(1) 기술가치평가산식

기술가치 평가 기본모형은 다음과 같은 수익접근법 기반의 산식을 이용하며, 특정한 기술의 가치는 기술의 경제적 수명기간 동안 미래의 여유현금흐름을 추정하여 얻어진다. 여기서, **t**는 년 수, **n**은 기술의 경제적 수명, **FCF**는 여유현금흐름, **r**은 할인율을 의미한다.

$$\text{기술의 가치} = \sum_{t=1}^{n} \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \times \text{기술기여도}$$

(2) 기술의 경제적 수명

기술의 경제적 수명은 어떤 기술자산을 이용함으로써 이익이 산출되는 기간을 뜻하는 것으로 기술 자산을 이용함으로써 더 이상 이익이 발생하지 않게 되는 시점 또는 다른 기술자산을 이용함으로써 보다 큰 이익을 산출할 수 있게 되는 시점을 의미하기도 하며, 내용연수와는 다른 개념이다. 기술가치평가에서 기술수명을 고려할 경우에는 관련 기술이 이용되는 시장의 존재와 시장의 성장에 따른 기술의 지속적인 필요성을 전제하여 기술수명을 추정하게 되며, 기술의 진입장벽, 특허권의 존속기간, 대체기술의 출현가능성, 경쟁업체의 유사 내지 개선기술 개발동향, 제품의 수명주기 및 수요시장의 특성 등을 종합적으로 고려하여 산정한다.

지식경제부는 국가차원의 신뢰성 있는 기술가치평가 표준모형을 개발하기 위하여 기술보증기금을 사업주관기관으로 선정하여 "기술이전·사업화기반구축사업(과제명: 기술평가기법 개발 및 보급)을 수행하였으며, 기술의 경제적 수명 추정방법은 다음과 같은 방법들이 있다.[1)]

○ 산업재산권 법적보호기간

기술의 경제적 수명 = 산업재산권 법적 보호기간 - 평가시점의 기술경과 연수

○ 인용특허수명(CLT) 지수[2)]

특허의 데이터베이스를 분석하여 개별기술의 특허가 다른 특허에 의해 인용될 경우, 연차별 인용빈도수를 측정, 평균 인용빈도 등과 같은 기준치를 상회하는 기간을 해당 기술군의 수명으로 추정.

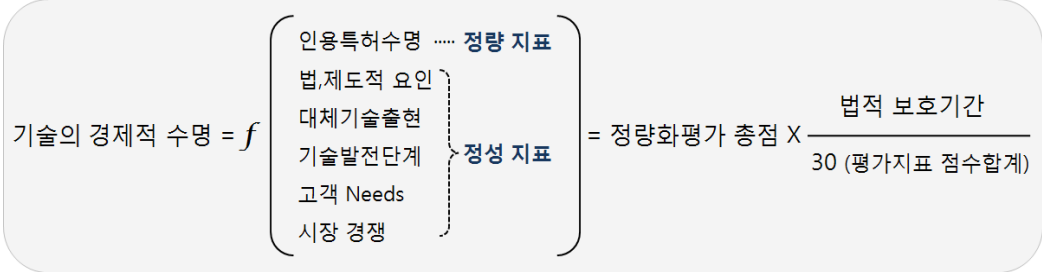
○ 기술수명 영향요인(정성적 지표)에 대한 정량화 평가지표

기술수명에 영향을 미치는 6개의 정량 및 정성적 평가지표를 활용, 각 지표별 점수(1~5점)를 부여한 후 산업재산권의 법적 보호기간을 기준 값으로 산출 점수를 총점으로 환산하여 수명을 추정(<그림 2-1> 참조).

---

1) "기술가치평가 실무요령", 지식경제부(기술보증기금), 2008.5.

2) 동 지수를 활용한 기술수명은 인용특허를 추출하여 인용된 특허가 등록되어 공표된 날짜를 기준으로 연차별 인용 빈도수를 측정하며, 인용기간을 인용특허의 수명으로 정의함. 즉, 기술수명이 길수록 인용기간이 긴 인용특허가 많고, 기술수명이 짧을수록 인용기간이 짧은 특허가 많다는 전제하에서 추정하는 방법.



<그림 2-1> 정량화 평가지표에 의한 기술수명 추정

○ IT 기술 Road-Map

IT 분야는 정보통신연구진흥원(IITA)의 IT기술 Road-Map (IT TRM 2012)의 세부 분야별 기술로드맵의 수명주기를 기술 수명으로 활용.

○ 노하우(Know-How) 기술

유사기술 분야를 선정하여 상기에서 제시한 여러 방식들을 상호보완적으로 활용하여 결정.

평가대상 기술의 경제적 수명을 측정하고자 상기 언급된 방법 중 기술수명 영향요인(정성적 지표)에 대한 정량화 평가지표, 인용특허수명(CLT) 지수, IT 기술 Road-Map 등 세 가지 방법으로 산출, 비교해 보았다(사업화 주체인 (주)지능형빌딩시스템기술연구소는 평가대상 기술관련 산업재산권을 보유하고 있지 않으므로 산업재산권의 법적보호기간을 기술의 경제적 수명으로 도입할 수 없음).

우선 <그림 2-1>의 기술수명 영향요인 관련 정량화 지표방법에 따른 기술의 경제적 수명은 12년으로 산출되었다. 인용특허수명(CLT) 지수방법에 의하면 평가대상 기술은 기계산업중 로봇(USPC 901, Robots)에 해당하여 중앙값 9년이 도출되었으며, IT 기술 로드맵방법에 따르면 지능형 로봇분야에 해당하여 5~7년(평균적으로 6년)으로 도출되었다. 상기 세 가지 방법에 의해 산출된 수명에 대해 평가위원들의 합의를 거쳐, 보수적인 관점에서 기술의 발전추이와 경쟁기술 출현 가능성 등을 고려한 결과 IT 기술 로드맵방법에 따른 평균적인 수명인 6년이 타당한 것으로 판단하였으며, 본 기술 가치평가는 기술의 경제적 수명을 6년(2009~2014)으로 추정하여 수행되었다.[3)]

3) "기술가치평가 실무요령", 지식경제부(기술보증기금), 2008.5.

(3) 매출액 추정

기술가치 평가에서 추정 매출액은 미래의 실현 가능한 현금흐름 측정의 핵심 기초자료가 되며, 추정된 매출액 규모에 따라 평가대상기술의 가치가 결정적으로 좌우된다. 기술가치 평가 전 과정 중 가장 중요한 과정이 평가대상기술의 수명기간 동안 시현할 수 있는 매출액의 추정으로 기술 및 시장에 대한 이해가 필수적으로 요구되며, 이는 기술수명, 시장규모 및 시장점유율 등의 추정을 바탕으로 이루어진다. 일반적으로 매출액을 추정하는 방법은 다음과 같으며, 본 평가에서는 시장점유율법과 실무편법을 겸용하였다.

○ 시장점유율

> 산업에 관한 지식(경쟁상태, 과점, 추세 등)과 기업에 관한 지식(생산능력, 제품종류, 사업계획 등)을 결부하여 과거의 영업실적을 분석한 후, 앞으로의 시장점유율을 예측하여 판매 예상량을 추정하고 여기에 판매단가를 곱하여 추정매출액을 산출하는 방법

○ GNP 탄성치

> 정부에서 예측하는 GNP 성장률이나 GNP 계수가 신뢰성이 있고, 회사의 매출정책도 이에 탄력적이고 안정적으로 반영된다는 가정 하에 예측 연도의 GNP 예측치를 이용하여 매출액을 추정하는 방법

○ 최소자승법

> 추정대상 제품의 매출과 다른 변수(경제지표, 연관 상품)들 사이에 존재하는 법칙성을 통계적 방법에 의하여 규명하고, 이 법칙성이 일정한 장래까지 안정적으로 연장된다는 가정 아래 그 제품의 매출액을 추정하는 방법으로 기존 자료가 많을 때 사용가능

○ 실무편법

> 평균성장률이나 예상증가율 혹은 최근 월말 매출실적을 이용하여 간편하게 매출액을 추정하는 방법

평가대상 기술은 환경 대응형 관로 탐사로봇에 관한 것이다. 로봇은 지금까지 자동차나 전자제품 등의 제조업 생산라인에서 단순작업을 반복적으로 실행하는 산

업용 로봇이 주로 개발 및 사용되어 왔다. 평가대상 기술과 같은 전문 서비스용 지능형 로봇은 기능 및 성능 측면에서 만족할 만한 성과를 보이지 못함에 따라 안정된 초기시장이 형성되지 못하고 있다는 평가를 받고 있다. 따라서 평가대상 기술인 관로 탐사로봇 역시 개발단계에 있어서 아직 큰 규모의 시장이 형성되어 있지는 않다. 그러나 탐사로봇은 핵발전소와 같은 위험환경에서의 탐사, 군사용 정찰, 상하수도 관, 가스관, 송유관 등 관로의 유지보수 및 내부검사 등 극한 환경에서 인간을 대신하여 작업을 수행할 수 있는 장점으로 인하여 시장잠재력이 높게 평가되며, 최근에는 산업체, 연구소, 대학 등에서 많은 연구가 진행됨에 따라 상업성을 갖춘 탐사로봇이 출시될 것으로 기대된다.

관로 탐사로봇은 다양한 용도로 사용될 수 있으나 본 평가대상 기술은 지자체를 중심으로 한 상하수도 정비사업과 건물 탐사 및 유지업체에 대한 솔루션 제공을 목표로 하고 있으며, 본 평가에서도 이 시장에 초점을 맞추어 수익성을 평가한다.

매출액 추정은 건물 탐사 및 유지업체에 탐사로봇과 솔루션을 제공하는 제품매출, 상하수도 정비사업에 탐사로봇을 제공하는 용역매출의 두 가지로 나누어 이루어졌다.

먼저 제품매출 추정에 있어 시장점유율에 의한 방법, 최소자승법 등 과거 데이터에 근거한 통계적 추정방법은 회사의 과거 데이터가 존재하지 않으므로 적용할 수 없어서 실무편법에 의해 회사가 추정하는 매출액을 반영하였다. 탐사로봇은 2011년에 출시될 계획으로 출시 초년도인 2011년에는 3대, 2012년에는 7대, 2013년에는 15대, 2014년에 40의 판매가 이루어질 것으로 예상하였고, 판매가격은 탐사로봇 시스템(상위 station 포함) 대당 3천만원과 동 시스템의 용역비와 기술이전비 5천만원을 합하여 로봇대당 8천만원으로 추정하였다. 따라서 탐사로봇 제품매출액은 예상판매수량과 판매단가를 곱하여 산출하였다.

상하수도 정비사업에 대한 용역매출은 상하수도의 연간 보수예상관로 길이를 추정하고, 여기에 달성 가능할 시장점유율을 곱하여 회사가 수행할 예상 보수관로 길이(Km)를 추정하였다. 여기에 보수관로 길이(Km)당 용역단가를 곱하여 용역매출액을 추정하였다. 국내 상수도관의 총연장은 2000년 117,949Km에서 2007년 현재 143,883Km로 7년간 연 3%씩 증가하였다. 상수도관중 설치 후 21년 이상 경과된 노후관은 28,465Km로 전체 상수도관의 19.8%[4]이며, 상수도관이 연 3% 증가하였으므로 노후관 역시 연 3%씩 증가한다. 노후관중 약 10%를 매년 개보수한다고 보면 연간 보수관로는 2007년 상수도관 기준 2,846Km로 추정되며 매년 3%씩 증가할 것으로 추정된다.

한편, 국내 하수도관의 총연장은 1999년 64,741Km에서 2007년 현재 96,280Km로

4) 3. 시장성 참조

연 5%씩 증가하였다. 또한 개보수한 하수도관은 2007년중 1,167Km[5]로 매년 하수도관 총 연장중 일정비율로 개보수할 경우 개보수하는 하수도관도 매년 5%씩 증가할 것으로 추정된다. 이상과 같이 개보수 예상 상수도관 및 하수도관로를 추정하고 여기에 목표시장점유율을 곱하여 보수관로 예상 총 길이(Km)를 추정하였다.

목표시장점유율은 회사의 목표점유율을 반영하였다. 회사의 목표점유율이 다소 낙관적으로 판단되나, 동 사업의 시장이 현재 활성화되지 않아 관련된 객관적 자료를 얻을 수 없고, 신규시장에 선두업체로 진입한다면 달성 불가능한 점유율도 아니므로 본 평가에서도 회사의 목표값을 적용하였다. 용역단가는 평가대상 회사가 추정하는 Km당 2백만원으로 설정하였다. 용역매출액은 연간 회사가 수주한 보수관로 예상 총 길이에 길이당 용역단가를 곱하여 산출하였다. 이상과 같은 방법을 적용한 매출액 추정결과는 <표 2-2>에 나타내었다.

<표 2-2> 매출액 추정

(금액단위: 백만원)

구 분		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
로봇매출	수량(개)	-	-	3	7	15	40
	단가	-	-	80	80	80	80
	판매액	-	-	240	560	1,200	3,200
용역보수매출	상수도 노후관로(Km)[6]	30,199	31,104	32,038	32,999	33,989	35,008
	상수도 보수관로(Km)	3,020	3,110	3,204	3,300	3,399	3,501
	하수도[7] 보수관로(Km)	1,286	1,350	1,418	1,489	1,563	1,641
	보수관로 합계(Km)	4,306	4,460	4,622	4,789	4,962	5,142
	점유율(%)	-	-	5	10	15	25
	점유수량(Km)	-	-	231	479	744	1,285
	단가(Km당)	-	-	2	2	2	2
	용역매출액	-	-	462	958	1,488	2,570
추정매출액		-	-	702	1,518	2,688	5,770

5) 3. 시장성 참조

6) 2009년 상수도 노후관로 = 2007년 노후관로 25,465Km×2년간 증가율(1+3%)^2=30,199Km
2010년 상수도 노후관로 = 2009년 노후관로 31,199Km×1년간 증가율(1+3%)=31,104Km

7) 2009년 하수도 보수관로 = 2007년 보수관로 1,167Km×2년간 증가율(1+5%)^2=1,286Km
2010년 하수도 보수관로 = 2009년 노후관로 1,286Km×1년간 증가율(1+5%)=1,350Km

(4) 여유현금흐름 추정

기업이 영업활동을 유지 또는 확대하면서도 자유롭게 사용이 가능한 현금인 여유현금흐름은 세후영업이익에 감가상각비를 더하고 자본적 지출 비용과 운전자본의 증감액을 각각 차감하여 산출한다. 이를 산식으로 표현하면 다음과 같다.

여유현금흐름 $= EBIT \times (1-t) + Dep - NWC - CE$

여기서, $EBIT$: 영업이익

t : 법인세율

Dep : 감가상각비 및 무형자산상각비

NWC : 순 운전자본 증감액

CE : 유형자산 및 무형자산 증감액

즉, **여유현금흐름 =** [매출액－매출원가－판매비와 관리비 등] × (1－법인세율) ＋ [감가상각비＋무형자산상각비] － [매출채권증가액＋미수금증가액 +재고자산증가액＋기타당좌자산증가액－매입채무증가액－미지급금증가액－기타유동부채증가액 등] － [유형자산증가액＋무형자산증가액－유형자산감소액－무형자산감소액]

- 세후영업이익(A)은 영업이익에 (1－법인세/법인세차감전순이익)을 곱하여 얻어진다.
- 법인세율은 세전이익에 법인세부담액을 나눈 값인 유효세율을 적용한다.
- 감가상각비 등(B)은 추정손익계산서 판매비와 관리비 항목 중 감가상각비 등을 합산하여 산출한다.
- 자본적 지출(C)은 동종업계의 매출액대비 평균비율을 고려하여 산출한다.
- 운전자본 증감(D)은 매출액 증가분에 운전자본회전율의 역수를 곱하여 산출한다.
- 투자액 회수(E)는 감가상각 잔여액, 총 운전자본 증감액이 기술수명이 종료하는 연도에 전액 회수되는 것으로 가정하여 산출한다.

평가대상기술의 여유현금흐름 추정을 위한 재무정보는 평가대상 기술이 속하는 업종 평균에 수렴하는 것으로 가정하며, 따라서 제조원가, 판관비, 감가상각비등, 영업이익, 법인세 등 손익계산서 상 각종 재무항목의 추정은 "산업용로봇제조업(C2928)"의 2007년도 업종 표준재무정보를 이용하여 작성하였다.

또한 앞서 설명한 바와 같이 여유현금흐름은 세후 영업이익에서 감가상각비를 가

산하고 자본적 지출액과 운전자본 증가액을 차감하고, 운전자본 감소액과 회수된 투자액은 가산하여 산정되며, 이것을 현재가치로 할인하여 기술의 수명기간동안의 할인된 여유현금흐름을 합하여 기술가치를 산정하게 된다.
본 평가에서 투자액의 회수금액은 기술수명기간중 마지막 연도에 유형자산 미상각잔액과 운전자본 증가액 전액이 회수 되는 것으로 가정하여 산정하였다.

(가) 자본적 지출액 및 감가상각비

자본적 지출액은 본 기술사업과 관련된 향후 투자계획 및 설비교체 주기를 고려하여 산정할 수 있다. 본 평가의 경우 동업종의 표준재무자료를 기초로 하여 향후 예상되는 자본적 지출액을 산정하였다. 자본적 지출액은 기말 유.무형자산에서 기초 유.무형자산을 차감하고 여기에 감가상각비를 더하여 산정하였다.
다음으로 감가상각비는 업종의 매출액 대비 유.무형자산 상각 표준비율인 2.38%를 적용하였다. 상기와 같이 투자금액 및 감가상각비 추정결과는 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 감가상각비 및 자본적 지출액

(단위: 백만원)

구분	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
감가상각비	-	-	17	36	64	137
자본적 지출액	-	-	239	294	434	1,113

유형자산 투자액중 감가상각 후 미상각잔액은 평가기간 마지막연도인 2014 년에 전액 회수되는 것으로 가정하였으며, 그 회수금액은 신청회사의 기술수명기간동안의 자본적 지출액 합계액 2,080 백만원에서 기술수명기간동안의 감가상각비 254 백만원을 차감한 잔액으로 1,826 백만원이다.

(나) 운전자본

운전자본이란 영업활동과정에서 매출채권, 재고자산 및 매입채무를 보유함으로써 소요되는 자금으로, 일반적으로 매출채권이나 재고자산에 사용된 자본에서 매입채무로 조달된 자본을 차감하여 산정한다. 이렇게 산정된 운전자본의 변동은 순현금흐름 산정 시 고려된다.

본 평가에서는 업종의 표준비율을 적용하여 재고자산회전율은 8.54, 매출채권회전율은 4.28, 매입채무회전율은 6.55을 기초로 순운전자본을 산정하였다.

순운전자본은 매출채권과 재고자산금액에서 매입채무를 차감하여 산정하였고, 여유현금흐름 산정시 전기와 비교하여 순운전자본이 증가한 경우에는 차감하고 감소한 경우에는 가산하였다. 또한 기술수명기간 동안의 순운전자본이 증가한 경우 증가한 순운전자본 합계액은 최종연도에 전액 회수되는 것으로 가정하여 여유현금흐름을 산정하였으며, 최종연도에 전액 회수되는 순운전자본금액은 985백만원이다.

운전자본 투자액 = 매출 증감액 × 운전자본소요율
운전자본소요율 = 매출채권소요율 + 재고자산소요율 - 매입채무소요율

운전자본소요율 및 운전자본 투자액의 산정 내역은 <표 2-4>, <표 2-5>과 같다.

<표 2-4> 운전자본소요율 산정내역

	회전율	회전기간[8]	소요율[9]
매출채권	4.28	85.28	23.36%
재고자산	8.54	42.74	11.71%
매입채무	6.55	55.73	15.26%
운전자본소요율	19.81%		

<표 2-5> 운전자본 투자액 산출내역

(단위 : 백만원)

구분	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
추정매출	-	-	702	1,518	2,688	5,770
매출증감	-	-	702	816	1,170	3,082
운전자본소요율	19.81%	19.81%	19.81%	19.81%	19.81%	19.81%
운전자본투자액	-	-	139	162	232	610

평가대상기술은 기술수명주기(2009년부터 2014년)중 매출발생 초기인 3차년도(2011년)부터 5차년도(2013년)까지 매출증가에 따른 운전자본 수요로 부(-)의 여유현금흐름을 나타내고, 6차년도에 투하자금 회수로 인하여 양(+)의 여유현금흐름으로 전환되었다.

8) 회전기간 = 1÷회전율×365

9) 소요율 = 1 ÷ 회전율

기술수명주기동안의 여유현금흐름 총합계는 493백만원이며 할인율 13.10%를 적용한 미래현금흐름의 현재가치 합계액은 **89백만원**으로 산출되었다.

(5) 할인율 추정

할인율은 평가대상기술을 이용한 사업의 위험을 산정하는 것으로, 통상 할인율은 자기자본비용과 타인자본비용을 가중 평균한 가중평균자본비용(WACC: Weighted Average Cost of Capital)이 널리 사용되며, 타인자본비용과 자기자본비용에 가산되는 가중치는 부채비율에 의해 결정되는 것으로 중소벤처기업과 같이 규모가 작은 기업이나 신생기업의 경우 위험프리미엄(Spread)을 할인율에 가산하여 산출한다.

$$\text{할인율} = WACC + Spread$$

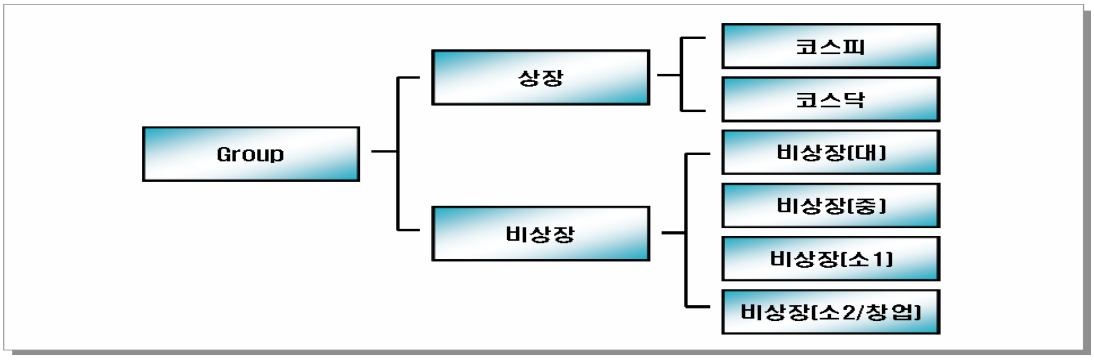
지식경제부의 "기술이전·사업화기반구축사업"(과제명: 기술평가 기법 개발 및 보급)에서 개발한 기술가치평가 표준모형에서의 할인율은 산업특성과 기업고유의 특성을 반영하기 위해 업종별, 기업형태 및 규모별로 각각 구분하여 산출하였으며, 따라서 업종별 7그룹, 기업특성별 6그룹 등을 감안하여 총 42개의 할인율을 적용하도록 하고 있다.

(가) 할인율 추정기준

○ 업종별 7개 Group

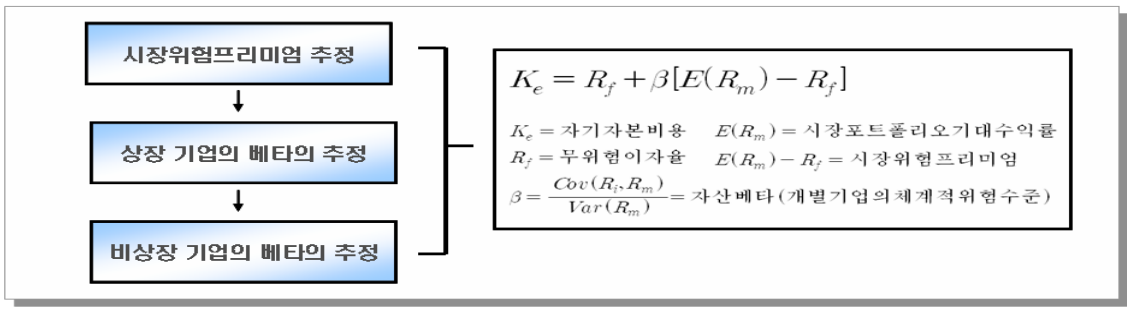
기 술 군	기 술 분 야
• IT (group1)	전기/반도체, 전자/통신, 정보매체, 컴퓨터
• BT (group2)	농수산, 바이오, 식료품, 의약, 의료・레저, 생명공학, 보건의료, 환경
• 기계 (group3)	기계부품, 엔진/펌프, 포장, 의료정밀기기, 기반기술
• 소재 (group4)	고분자, 금속가공, 분리/혼합, 비금속가공, 섬유, 야금/도금 제지, 조명/가열, 초미세기술, 측정/광학, 가정용품, 광업
• 화학 (group5)	무기화학/수처리, 무기/폭발, 석유/정밀화학, 원자력, 유기화학
• 건설・수송(group6)	수송・교통, 건설・토목
• 기타 (group7)	출판, 기타 제조업, 도소매

○ 기업형태별 또는 규모별 6개 Group



(나) 할인율 추정 변수

○ **자기자본 비용(Cost of Equity),** K_e : 자기자본비용은 자기자본의 투자자 즉, 주식 소유자의 입장에서 투자로부터 기대하는 최소 수익률로, 국내외에서 가장 널리 사용되는 CAPM(자본자산가격결정모형: Capital Asset Pricing Model)을 이용하여 산출한다.



- 무위험이자율(R_f) : 이론적으로 가장 좋은 무위험자산이자율은 제로베타수익률이나, 계산이 복잡하고 어려워 실무적으로는 대용치를 사용하며, 통상 무위험수익률로는 국채수익률이 사용되는데, 본 모형에서는 국민주택채권 1종 5년의 월 평균값, **4.52%**를 무위험수익률의 대용치로 사용하였다.

- β(Beta)의 추정방법 : 기업의 체계적 위험수준을 나타내는 β는 월 수익률(Monthly Return) 자료인 개별기업의 수익률과 시장수익률(R_m)을 이용한 단순회귀분석(OLS)을 통하여 추정하는 회귀계수로 다음 산출식을 이용하였다.

  즉, β의 추정: $R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + e_i$ 이다. β의 추정기간은 2001년부터 60개월로 하였고, 시장수익률은 거래소와 코스닥의 시장수익률(Market Return)을 사용하였다. 또한, 베타추정을 위한 시장자료는 총 858개 표본(KOSPI; 565, KOSDAQ; 293)을 사용하였으며, 결과적으로 42개의 β값이 얻어진다.

- 시장위험프리미엄(E(R_m) - R_f) : 장기간에 걸친 주식시장 수익률(R_m)과 무위험이자율(R_f)의 차이를 평균화하는 역사적 추정방법에 의해 얻어지는 데, 이와 같은 장기간의 자료를 사용하는 것은 추정오차를 극소화하기 위함이며, 동 추정방법은 학계에서 보편화되어 있다.

  본 모형의 추정결과, 1986~2005년까지 약 20년간의 평균 국채수익률이 10.67%이고, KCI(한국주식시장의 대표 주가지수인 종합주가지수수익률)의 평균은 16.44%로, 두 값의 차이의 평균으로 결정한 결과적인 시장위험프리미엄은 **5.78%**로 나타났다.

- CAPM을 이용한 자기자본 비용의 추정 : 상장기업은 수익률 자료가 존재하므로, 즉, 시장위험 프리미엄은 역사적 방법론으로 산출한 5.78%를, 무위험수익률은 국고채(5년) 월평균 자료인 4.52%를, 베타는 각 년도의 1~12월까지의 월 수익률 자료를 이용하여 추정하였으나, 비상장 중소벤처기업의 경우 시장자료가 부재하기 때문에 직접적인 추정이 불가능하므로 코스피 및 코스닥 시장의 베타 분포차의 속성을 분석한 후, 이를 통해서 상대적으로 큰 위험을 가진 중소벤처기업의 베타를 유추하였다.

  즉, 코스닥시장과 거래소 시장자료로부터 베타분포의 차를 추정할 수 있고, 두 시장 사이의 평균차와 분산비율에 대한 구간 별 추정결과를 이용하여 비상장기업의 베타를 간접적으로 추정하였다. 구간 추정결과를 바탕으로 비상장(대), 비상장(중), 비상장(소), 비상장(창업)의 베타 값은 구간 추정치의 **50%, 30%, 10%, 1%**의 값을 각각 적용하여 얻어지며, 이를 이용하여 비상장 기업의 자기자본비용을 추정하였다.

○ **타인자본 비용(Cost of Debt), K_d** : 타인자본 비용은 개념상 타인자본에 대한 금융비용이기 때문에 대차대조표상의 금융비용을 사용하여 추정이 가능하며, 이자 지급성 부채는 대차대조표상의 단기차입금, 유동성 장기부채, 사채, 그리고 장기차입금을, 금융비용은 손익계산서상의 지급이자와 할인료, 회사채 이자를 합산하여 계산하며, 다음 산출식을 이용하였다.

$$K_d = \frac{\text{지급이자와할인료} + \text{회사채이자}}{\text{단기차입금} + \text{유동성장기부채} + \text{회사채} + \text{장기차입금}}$$

$$K_d^{'} = (1-\tau) K_d$$

τ = 한계법인소득세율, $K_d^{'}$ = 세후타인자본비용, K_d= 세전타인자본비용

○ **자기자본구성비와 타인자본구성비**

- **자기자본구성비 =** $\frac{E}{(E+D)}$, **타인자본구성비 =** $\frac{D}{(E+D)}$

(E, D는 각각 대차대조표상의 자기자본과 타인자본을 지칭)

○ **위험프리미엄(Spread)** : 스프레드는 중소·벤처기업과 같이 규모가 작은 기업 또는 신설기업의 경우 위험도가 높으나, WACC만으로는 이러한 위험도를 충분히 반영한다고 볼 수 없기 때문에 가산하는 위험프리미엄으로, 한국채권평가 무보증 회사채의 신용등급별 연평균 수익률을 대용 값으로 하여 계산하였다.

즉, WACC에 WACC 보다 크지 않은 스프레드를 더하여 할인율을 결정하는 것으로, 특별한 의미보다는 기업규모에 따른 불확실성을 반영하는 지표이다. 스프레드는 자기자본비용이 타인자본비용보다 커야 한다는 가정과 중소기업의 스프레드가 WACC 보다 커서는 안 된다는 가정 하에 결정되는 상수로, 금융기관에서 흔히 사용하는 가산금리의 개념으로 이해하여야 한다. <표 2-6>에 본 평가모형에서 사용한 스프레드 값을 나타내었다.

<표 2-6> 스프레드

구분	신용등급	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
코스피	A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
코스닥	BBB+ - A-	0.66	0.61	0.53	0.48	0.52	0.52	0.54	0.55	0.54	0.45	0.42	0.43	**0.5208**
비상장(대)	BBB0 - A-	2.13	1.95	1.83	1.73	1.71	1.71	1.64	1.61	1.54	1.36	1.3	1.27	**1.6483**
비상장(중)	BBB- - A-	3.16	3.05	2.94	2.89	2.97	2.97	2.97	2.97	2.93	2.9	2.87	2.84	**2.9550**
비상장(소)	BB+ - A-	5.96	5.88	5.7	5.52	5.48	5.48	5.23	5.03	4.74	4.47	4.45	4.44	**5.1983**
-	BB0 - A-	7.12	7.01	6.83	6.65	6.37	6.37	6.12	5.92	5.63	5.36	5.34	5.33	**6.1708**
비상장(창업)	BB- - A-	12.4	12.2	11.9	11.5	7.38	7.38	7.13	6.93	6.64	6.37	6.35	6.34	**8.5442**

(다) 할인율 추정결과

<표 2-7> 할인율

규모별	업종별	할인율	규모별	업종별	할인율
코스피	group1	0.070	비상장(중)	group1	0.111
	group2	0.062		group2	0.097
	group3	0.077		group3	0.095
	group4	0.067		group4	0.096
	group5	0.066		group5	0.097
	group6	0.076		group6	0.105
	group7	0.068		group7	0.106
코스닥	group1	0.091	비상장(소)	group1	0.131
	group2	0.078		group2	0.119
	group3	0.077		group3	0.120
	group4	0.077		group4	0.120
	group5	0.079		group5	0.119
	group6	0.082		group6	0.128
	group7	0.089		group7	0.129
비상장(대)	group1	0.101	비상장(창업)	group1	0.159
	group2	0.087		group2	0.145
	group3	0.084		group3	0.153
	group4	0.086		group4	0.151
	group5	0.088		group5	0.146
	group6	0.091		group6	0.166
	group7	0.094		group7	0.159

결과적으로 WACC에 Spread를 더하여 업종별, 기업형태 및 규모별로 총 42개의 할인율이 얻어지는 데, 그 결과는 상기 <표 2-7>에 나타난 바와 같다.

평가대상기술은 "환경 대응형 관로 탐사로봇의 개발"에 관한 기술로, <표 2-7>의 할인율 중 "IT-"산업용로봇제조업(C2928)""에 상당하는 비상장(소)기업의 할인율을 이용하며, 평가에 적용된 할인율은 13.10%이다.

(6) 기술기여도 추정

기술기여도란 원칙적으로 기업 가치와 같이 영업주체가 창출한 수익에서 기술원천이 기여한 바를 나타낸다. 즉, 기술가치의 배분이나 기여율을 나타내는 기술기

여도는 기술가치 산출식 $\sum_{t=1}^{n}\frac{FCF_t}{(1+r)^t}$로부터 기술기여 부분을 Factoring-out하는 요소로서, 무형자산 중에서 기술자산이 경제적 이익에 기여한 부분을 의미한다. 본 모형은 산업기술요소 지수와 개별기술강도 지수의 곱으로 정의하는 기술요소법을 근간으로 하여 산출한다.

○ 기술기여도 산출식

기술기여도 = 산업기술요소 × 개별기술강도

여기서, 산업기술요소 = 최대실현 무형자산가치비율 × 평균기술자산비율

무형자산가치 = 기업시장가치(시가총액) - 순 자산가치

(= 자산가치총액 - 부채총액)

무형자산 가치비율 = 무형자산가치 / 기업시장가치(시가총액)

기술자산비율 = 연구개발비 / (연구개발비+광고선전비+교육훈련비)



(가) 기술기여도의 업종 구분

기술기여도는 기업가치의 산출과는 독립적인 개념[10]으로부터 출발하기 때문에 업종 구분 체계는 세계지적재산권분류를 근간으로 하여 모든 산업분류체계를 포괄하며 기술적 특성에 따라 구분하는 것을 원칙으로 하였고, 국내 산업 업종분포도를 파악한 후 기술적 특성을 감안하여 건설·수송, 기계, 기술서비스, 소재, 화학, BT, IT, 기타 업종으로 구분하여 사용하였다.

(나) 산업기술요소

- **산업기술요소: IT업종 66.90% 적용.**

10) 기업 가치와 독립적인 개념에서 출발하기 때문에 기업가치 산출의 핵심요소인 할인율 추정에 사용한 업종구분과 상이하게 운용함. 세부분류현황은 "기술가치평가 실무요령(지식경제부, 기술보증기금, 2008.5.)"을 참조함.

산업기술요소는 기술의 공헌도가 산업별로 다르다는 가정 하에 이를 계량적으로 측정하는 요소이며, 다음과 같이 산출된다.

○ 산업기술요소 = 산업별 최대실현 무형자산 가치비율 × 산업별 평균 기술자산비율

산업별 최대실현 무형자산 가치비율은 산업별로 최대실현이 가능한 무형자산의 가치비율로 정의되며, 본 모형에서는 2000년 이후 6년 동안 상장기업(코스피, 코스닥에 상장 또는 상장 폐지된 전 기업대상) 중 무형자산이 존재하는 3,636개의 유효 관측치를 이용하여 상기한 8개의 기술범주로 나누어 산출하였고, 산출된 산업별 무형자산 가치비율 값들 중 변별력이 인정되는 범위 내에 있는 95% 상위분위 수(%-tile)의 값을 사용하여 얻어진다.

반면, 산업별 평균 기술자산 비율은 상장기업 11,352개 업체, 비상장기업(기술보증기금 보유) 593,000개 업체의 2000년 이후 6년간의 재무자료를 이용하여 비상장 90%, 상장 10%의 가중치로 가중 평균하여 산출하였고, 다음 식으로 정의하여 구할 수 있다. 즉,

$$\text{○ 산업별 평균 기술자산비율} = \frac{\text{연구개발비}}{(\text{연구개발비} + \text{광고선전비} + \text{교육훈련비})}$$

따라서 <표 2-8>에 제시된 바와 같은 업종별 산업기술요소 값을 *평가대상기술에 적용할 경우, IT 산업에 해당하는 66.90%가 적용되었다.*

<표 2-8> 산업기술요소

업종구분	무형자산 가치비율	기술자산 가치비율	산업기술요소
건설, 수송	88.0%	71.2%	62.66%
기계	80.2%	75.6%	60.63%
기술 서비스	85.2%	45.9%	39.11%
소재	80.5%	65.0%	52.33%
화학	80.0%	69.3%	55.44%
BT	79.0%	55.5%	43.85%
IT	**84.9%**	**78.8%**	**66.90%**
기타	88.0%	54.9%	48.31%

(다) 개별기술강도

- **개별기술강도: 33.50점으로 평가.**

개별기술강도는 평가대상기술의 구체적 특징 및 강점을 직접 실사하여 평가하는 것으로, 동 기술이 사업성을 갖춘 기술인지, 시장에서의 경쟁이 치열한지, 기술이전과 거래가 용이한지 등 기술의 질적 속성(Qualitative Aspect)을 평가하는 것이다. 개별기술강도의 결정은 법적인 보호강도와 상업적 우위성으로 구성된 2개의 중항목과 이들에 부속한 14개의 소항목으로 구성되는 데, 특히 법적인 보호강도의 4개 소항목은 각각 2의 가중치를 감안하여 산출되며, 상업적 우위성에 속하는 10개의 소항목은 각각 1.2의 가중치를 적용하여 산출한다.

① 법적인 보호강도 개별지표의 평가환산 점수

법적보호강도 평가환산 점수 = 평점 × 2(가중치)

② 상업적 우위성 개별지표의 평가환산 점수 :

상업적우위성 평가환산 점수 = 평점 × 1.2(가중치)

③ 개별기술강도 :

개별기술강도 = 법적보호강도 환산점수 + 상업적우위성 환산점수

평가 대상기술은 한양대학교 산학협력단과 발명자인 이병주로부터 동사가 기술이전 계약을 체결(2009년3월24일 통상실시권 허여계약체결)하여 이전받는 2건의 출원중인 특허(특허 출원번호 10-2008-0062808 듀얼 배관탐사 로봇, 특허 출원번호 10-2008-0062785 배관탐사 로봇)를 기반으로 하여 개발되고 있다. 따라서 개별기술강도의 법적인 보호강도는 이와 같이 동사가 이전받을 출원중인 특허를 기준으로 평가한다. 동 특허들의 권리보호의 중요성, 권리범위 및 강도, 권리의 안정성, 경쟁기술대비 방어정도 등은 현재까지 권리가 확정된 상태는 아닌 점을 반영하여 평가하였다.

상업적 우위성 측면에서는 유사기술의 성공사례, 시장진입의 용이성, 이익구조상 우위성은 양호한 것으로 평가되었다. 기술의 상용화, 기능적 우위성, 기술 자립도, 기술의 파급효과, 시장 확보 가능성은 보통 수준으로 평가되었고, 기술의 생산력은 미흡한 것으로 평가되었다.

따라서 최종적으로 산출된 개별기술강도는 100점 만점에 55.50점으로 나타났고, 산업기술요소를 고려한 기술기여도는 <표 2-9>과 같이 37.13%로 추정되었다.

<표 2-9> 개별기술강도 및 기술기여도

구분		소항목	평점
개별 기술 강도	법적인 보호강도	권리보호의 중요성	3.75
		권리범위 및 강도	2.50
		권리의 안정성	2.50
		경쟁기술대비 방어정도	2.50
		소계 (A)	11.25 × 2 =22.50
	상업적 우위성	기술상용화 단계	2.50
		기능적 우위성	2.50
		기술의 생산력	1.25
		기술의 자립도	2.50
		기술의 파급효과	2.50
		유사기술의 성공사례	3.75
		시장진입 용이성	3.75
		시장확보 가능성	2.50
		가격/원가 우위성	2.50
		이익구조상 우위성	3.75
		소계 (B)	27.5 × 1.2 = 33.00
평점 합계 (C = A + B) : **55.50**			
산업기술요소(D) : 66.90%			
기술기여도 (E = C × D) : 37.13%			

(7) 기술가치금액

$$\text{기술의 가치} = \sum_{t=1}^{n} \frac{FCF_t}{(1+r)^t} \times \text{기술기여도}$$

기술기여도를 감안한 기술가치 금액은 여유현금흐름의 현재가치의 합계금액 **89백만원**에 기술기여도 37.13%를 곱하여 **33백만원으로** 결정되었다.

Ⅱ. 평가의견

3. 기술성

기술성 종합의견
· 평가 대상 기술은 각종 다양한 종류의 관로(pipe) 및 배관 특히, 소형관로(내경 80-120mm)의 내부 상태를 탐사하기 위한 탐사로봇을 개발하는 것이다. 관로의 외부에서 초음파 등을 이용하여 간접적으로 검사하는 방식과는 달리 관로 내부에 탐사로봇을 직접 투입하여 소형 관로를 따라 이동하며 관로를 탐사하는 전문 서비스 로봇에 관한 기술이다. · 본 기술의 핵심 요소는 첫째로 소형 관로의 내면과 충분한 접촉면적을 확보하며 안정적으로 지지하여 이동 할 수 있는 이동구조의 차별성을 들 수 있다. 이를 이용하여 T자의 교차형 관로에서 경로 변경이 용이하고, 굴곡이 있는 관로에서도 이동이 용이한 탐사로봇 시스템을 구현할 수 있다. 둘째로 탐사로봇에 카메라와 각종 센서를 부착하여 관로 내부의 상태정보를 획득하여 관로 내부의 손상 여부 및 위치, 퇴적물 유무를 검사할 수 있는 차별화된 탐사로봇을 구현할 수 있다는 점을 들 수 있다. · 평가대상 기술에 따른 탐사로봇을, 기존 탐사로봇으로는 검사가 불가능했던 상하수도관, 가스관, 통신관 등의 소형 T자형 교차관로에 직접 투입하여 내부 검사를 할 수 있다. 이에 따라 초음파 등 간접 검사 방식에 비해 획기적으로 검사 정밀도를 높일 수 있을 것으로 예상된다. 이런 관점에서 본 기술의 우수성과 제품의 경쟁력은 양호한 것으로 평가할 수 있다. · 2007년 국내 수도관 총연장은 143,883Km이며, 수도관 총연장 중에 설치 후 21년 이상 경과된 관은 28,465Km(19.8%)이며, 16~20년 사이는 26,700(18.6%), 11년~15년에는 29,510Km(20.5%), 6~10년에는 26,940(18.7%), 5년 이내는 32,268Km(22.4%)이다. 관의 노후화에 의한 누수손실은 연간 약 893백만 톤이며, 금액으로 연간 약 3,800억원의 손실을 야기하고 있다. 2007년말 현재 하수관거 설치연장은 96,280km로, 평가대상 기술은 이런 관로를 검사하기 위한 가장 효율적인 검사로봇이 될 것으로 예상된다.

가. 기술의 개요

(1) 기술의 개요 및 특징

로봇산업은 로봇을 생산하는 로봇제조 산업, 로봇부품 및 관련 소재산업 뿐만 아니라 네트워크기반 로봇응용, 로봇응용 S/W 및 서비스 콘텐츠 산업 등을 포함하는 산업으로 정의할 수 있다.

동사에서 개발하고자 하는 소형관로 특히 직경 100mm급의 소형관로의 자주식 관로 탐사로봇은 세부적으로 전문서비스용으로 분류 된다. <표 3-1>과 같은 로봇에 대한 IFR(International Federation of Robotics)의 분류와 정의에 의하면, 관로 탐사 로봇은 비제조업용 전문서비스 로봇으로 사람의 복지, 특정한 시설이나 특수목적에 유용한 서비스를 제공하는 로봇을 생산하는 산업에 속한다. 또, 이와 관련된 전문서비스용 로봇의 기구부, 구동기, 제어기 및 센서에 관련된 부품·소재 산업을 포함한다. 전문서비스용 로봇은 정형화되지 않은 환경에서 작업을 수행하므로 높은 지능과 신뢰성이 요구되며, 적용 분야가 다양하고 특수한 용도로 사용되기 때문에 다기능성과 안전성 등이 요구된다.

전문서비스용 로봇산업의 등장 배경으로는, 기존 제조업용 로봇의 경우 사고의 위험 때문에 별도의 격리된 작업공간에서 작업을 수행하도록 하였으나, 작업 요구조건의 다양화 및 전문성에 부응하는 수요가 증대됨에 따라 전문서비스용 로봇의 필요성이 확대되는 점을 들 수 있다. 또, 극한환경이나 특수 작업환경 등에서의 노동력 대체 및 인명보호를 위한 전문서비스용 로봇의 필요성이 증대되고 있는 점을 들 수 있다.

<표 3-1> 국제로봇협회(IFR)의 로봇 분류

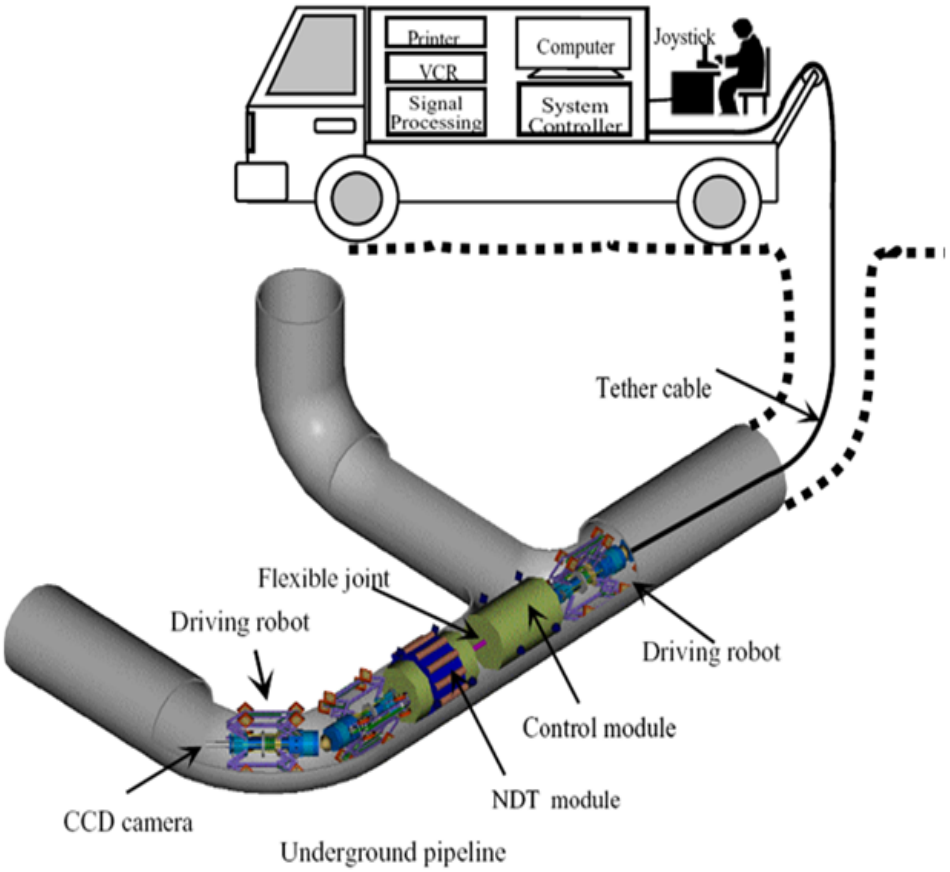
로봇 분류	세부 용도별 분류
제조업용 로봇	manufacturing
전문서비스용 로봇	field, cleaning, inspection construction, logistics, medical, military, rescue, security, underwater, humanoid
개인서비스용 로봇	home tasks, entertainment (toy, hobby), handicap assistance

이러한 전문서비스용 로봇은 산업·경제적인 측면에서 IT, RT(Robot technology)의 결합으로 정보·지능화와 관련된 전후방 산업에 대한 파급효과가 큰 고부가가치

산업이며, 중국 등 후발국의 경쟁력 급부상에 따른 대응 및 시장 선점을 위해 육성할 필요가 있다. 기술적인 측면에서 IT, NT, BT 발전에 의한 기술의 융합화로 고부가가치의 신기술에 대한 국가의 투자 효용성 증대를 위해 필요하며, 활용 목적에 따라 개발되는 전문기술을 다양한 분야로의 적용확대를 위해 필요하다. 사회·문화적인 측면에서는 고령화 및 노동인력 감소 문제의 해결책으로도 필요하며, 극한 작업환경으로부터 인명보호와 작업의 신뢰성을 향상시키기 위해서도 필요하다.

본 평가대상 기술은 **각종 다양한 종류의 소형관로(pipe)의 내부 상태를 탐사하기 위한 로봇을 개발하는 것이다.**

즉, 관로의 외부에서 초음파 등을 이용하여 간접적으로 검사하는 방식과는 달리, **관로 내부에 탐사 로봇을 직접 투입하여 소형 관로를 따라 이동하며 관로를 탐사하는 전문 서비스 로봇**에 관한 것이다. 다음의 <그림 3-1>은 본 기술의 개요를 도식적으로 설명한 것이다.



<그림 3-1> 로봇을 이용한 비파괴 소형관로 탐사 시스템의 개요

이러한 관로 환경 대응형 탐사로봇을 이용하면 사람이 접근하기 어려운 상하수도, 가스 관로 등의 지하 매설 관로나, 원자력, 화력, 수력 발전소의 관로 시설, 가스 운반선, 유조선, 화학공장내의 복잡하게 얽힌 플랜트 관로 설비 등 각종 관로 내부를 이동하며 효율적으로 직접적인 검사를 할 수 있다.

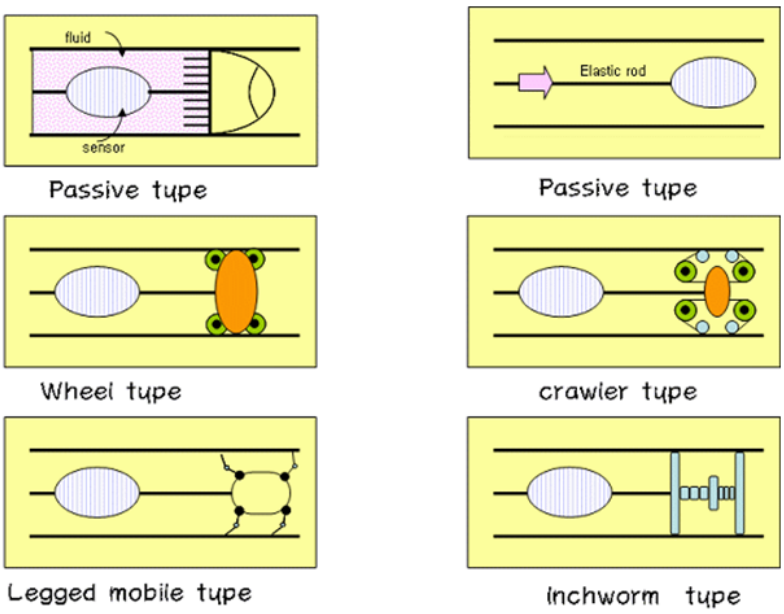
현재 플랜트 내의 관로 설비와 같이 3차원으로 설치된 관로에 대한 상용화된 탐사로봇시스템은 전무한 상태이다. <그림 3-2>에 보이는 바와 같이 상하수도관 등 다양한 형태의 관 내부를 검사를 위한 관거 탐사용 자주로봇 시스템이 보편화 되고 있는 추세이나, 로봇 제어에 있어 운용자의 수동조작에 의존하고, CCTV 등을 활용한 단순 검사 기능만을 제공하는 정도이다.



<그림 3-2> 로봇을 이용한 관로 탐사로봇(좌)의 작업장면과 CCTV 화면

관로 내부는 일반적으로 좁은 공간으로 이루어져 있고 입체적인 형상을 가진 특수한 환경이기 때문에 로봇의 크기와 형상은 제한적일 수밖에 없으며, 이동체가 원활하게 움직이기 어렵다. 따라서 관로 요소를 자유롭게 주행할 수 있기 위해서는 이동성의 확보가 우선시 되어야 하고, 이를 위해 다음의 <그림 3-3>과 같은 다양한 메커니즘에 대한 연구가 이루어지고 있다.

본 기술의 핵심 요소는 첫째로 **소형 관로의 내면과 충분한 접촉면적을 확보하여 안정적으로 지지될 뿐만 아니라, 수직방향으로의 경로변경이 용이**하도록 하는 것이다. 둘째로 카메라와 각종 센서를 이용하여 소형 관로 내부의 상태정보를 획득하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 도움을 주어야 한다. 여기서 상태라는 것은 소형 관로의 손상여부 및 손상위치, 퇴적물 유무 등을 의미한다.

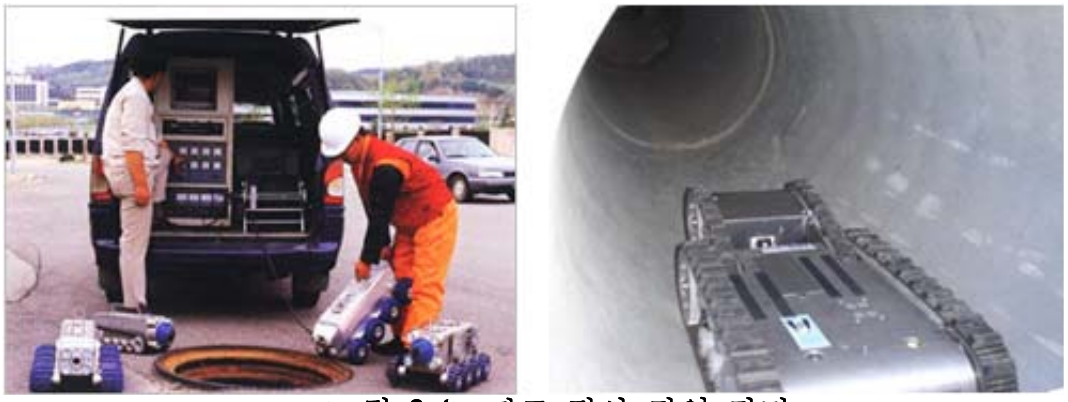


<그림 3-3> 다양한 형태의 관로 탐사로봇

(2) 기술의 구성 및 개발 현황

가) 관로 탐사 작업

관로는 각종 매질을 전달하는 수단으로 현대 산업에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 관로에는 석유화학공장, 발전소 등과 같은 장치산업의 관로와 가스관, 난방용 열 관로, 상수도관, 하수도관 등이 있다.



<그림 3-4> 관로 탐사 작업 장면

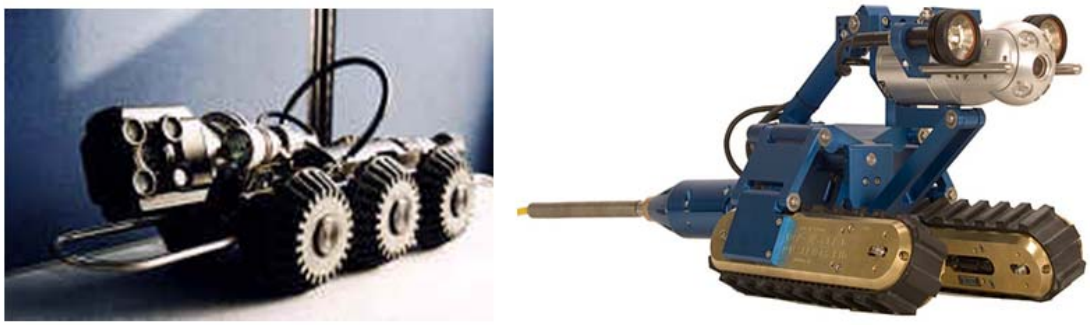
사람이 늙어감에 따라 혈관에 문제가 생기는 것과 마찬가지로 관로 역시 노화, 부식으로 인한 결함이나 타 공사로 인한 손상 등의 문제가 발생한다. 정부는 지하매설 도시가스관로에 대하여 15년 주기로 검사, 보수 및 교체를 의무화하는 규정을 발표하여 관로 관리의 중요성을 강조하고 있으나 지하매설 관로의 관리는 막대한

경제적 부담과 고도의 기술을 요구하고 있다.

지하에 매설된 관로 검사를 할 경우에 첫 번째로 검사부위에 접근하기 어렵다는 점과, 두 번째로는 검사시편 채취를 위한 매질의 중단, 굴착 및 시편 채취 후 재시공 등의 부대작업으로 인한 경제적, 시간적 손실이 막대하다는 어려움이 있다. 세 번째로는 정확한 굴착지점을 찾기 힘들기 때문에 부대작업이 가중될 수밖에 없는 상황이라는 근원적 문제를 안고 있다.
따라서 <그림 3-4>와 같이 지하매설 관로의 경우 매설된 상태로 관로 내부에서 검사하는 것이 가장 적합하며, **검사 장비를 탑재하고 관로 내부를 이동하면서 검사를 수행할 수 있는 시스템이 가장 확실한 관로 탐사방법**이다.

줄이 길게 연결되어 있는 내시경을 소형 관로에 삽입시켜 내부 상태를 검사할 경우, 소형 관로가 하나의 라인으로만 길게 형성된 경우에만 유효할 뿐 관로가 중간에 분기되는 등 경로가 복잡하게 변경되는 경우에는 내시경의 진행방향을 용이하게 변경할 수 없어 정확한 검사를 진행하기가 곤란한 문제점이 있다.

기존에 개발되어 있는 관로 탐사로봇은 <그림 3-5>와 같이 대부분 바퀴 구동형이나 무한궤도형으로 주로 수평관로 탐사에 이용되며, 이들로는 수직이나 굴곡 및 T자형 소형 관로 탐사가 불가능하다.



(a) (b)

<그림 3-5> 바퀴구동형 탐사로봇(a)과 무한궤도형 탐사로봇(b)

관로 검사 시스템은 제한적인 관 내부에서의 운동성, 검사 시스템과의 장거리 통신, 사용자 중심의 운영환경 등 여러 가지 문제점을 동시에 해결해야 하는 기술 집약적인 연구 분야이다.

관로탐사로봇이 killer application을 갖기 위해서는 곡관, 수직관, 분기관 등 다양한 관 내부의 형상에 대응할 수 있는 기능과 운동성을 갖춘 로봇이어야만 하는데,

아쉽게도 상용화한 경우는 없다.

본 기술평가에서는 제시된 관로 환경 대응형 관로 탐사로봇은 가스관, 송유관, 배수관 등 다양한 용도의 관로 내부 탐사뿐만 아니라, 핵발전소와 같은 위험한 환경 등 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 예상된다. 특히, 건축물의 관로설비의 경우에도 유지관리를 위해 관로 내부 상태 정보를 획득해야하나 어려움이 있다. 따라서 관로탐사 로봇을 20층 이상의 고층 건물의 관로탐사에 적용할 경우 기대효과가 클 것으로 보인다.

관로검사를 하는 경우는 공사완료 단계에서 하는 준공검사와 운영단계에서 하는 유지보수검사로 구분할 수 있는데, 국내의 경우 관로 검사 방법으로는 X-ray 및 기타 측정 장비를 이용하는 비파괴 검사방법 등을 주로 적용하고 있는 실정이다.

기존에 개발된 로봇의 경우 대부분이 방수, 방진, 방폭 등과 같은 상용화에 필수적인 요소가 고려되지 않았다. 따라서 다양한 적용 환경을 고려한 환경 대응형 탐사 로봇 기술의 개발이 요구된다. 또, 바퀴형 로봇이 가진 조향이 자유롭고 이동속도가 빠른 장점, 무한궤도형이 가진 이동성이 좋고 방향 전환에서의 강인함, 자벌레형이 가진 탁월한 견인력 등의 장점만을 융합한 로봇 메커니즘에 관한 연구가 필요한 실정이다.
또한, 장착된 센서의 정보를 이용하여 사용자가 특별한 조작 없이 로봇을 구동할 수 있도록 하고, 관로 및 각종 구조물에 대한 결함의 종류와 위치를 정확하게 진단하고 예측할 수 있는 영상 정보 전송 및 처리 알고리즘에 대한 상용화 연구가 필요하다. 또, 정확한 관로의 형태(지도)정보, 위치정보, 각종 센서의 정보 등을 융합하여 분석할 수 있는 알고리즘에 대한 연구도 필요하다.

나) 기술의 구성

① 기존의 관로 탐사 기술과 문제점

소형 관로 탐사로봇 시스템을 개발할 때는 대상으로 하고 있는 환경과 요구되는 기능요소를 함께 고려해야 한다. 즉, 여러 가지 소형 관로 형상에 적응하여 움직일 수 있는 유연하고 강인한 이동능력을 갖춘 시스템이라 할지라도 사용자의 입장을 고려한 기능요소가 불충분하다면 실제 산업현장에서 활용되기 어렵기 때문이다. 여기서 **대상 환경은 이동 및 조향 메커니즘에 관련된 사항이며, 요구 되는 기능요소는 사용자 측면에서 활용의 편의성 및 유용성에 있다.**

관로검사시스템은 크게 수동적 시스템과 능동적 시스템의 두 가지로 나눌 수 있

다. 대표적인 수동적 시스템인 지능형 피그는 흐르는 유체의 압력에 의하여 관로 내부를 수동적으로 움직이므로, 형상이 복잡하고 저압인 소형 관로에는 적합하지 않다. 능동적 시스템은 주로 로봇기술을 응용한 것으로 수평관 및 곡관, 분기관, 수직관, 밸브, 축소관 등의 다양한 소형 관로 내부를 자유롭게 이동하여 검사를 수행할 수 있어야 하며, 결함의 위치를 정확히 알아내어 사용자에게 알려 주어야 한다.

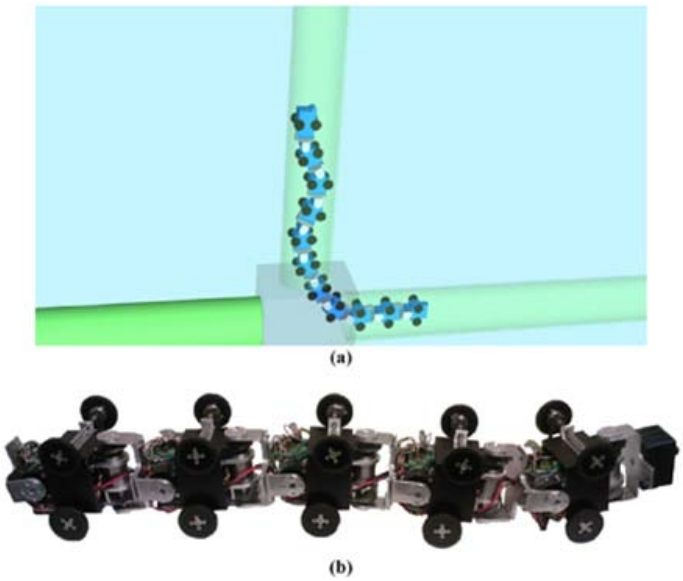
기존에 개발된 대부분의 관로 탐사 로봇은 <그림 3-6>과 같은 바퀴형으로 유연한 운동성, 검사의 정확성, 기능성 등을 동시에 갖추지 못하고 있다. 수평면상에 배치된 소형 관로가 수직 상·하방으로 분기되는 경우 또는 수직한 평면상에 배치된 소형 관로가 수평방향으로 분기되는 경우 탐사로봇이 이동할 수 없다는 문제점이 있다.

관로는 **수평관 뿐만 아니라 수직관, 곡관, 분기관, 축소관, 밸브 등으로 이루어진 복합 구조물**이며, 예상치 못한 외적인 요인에 의하여 손상을 입은 관로가 존재하는 경우도 있다. 탐사로봇이 이러한 다양한 상황에서 관로의 내면과 최대한 접촉하여 이동하기 위해서는 <그림 3-7>과 같이 각각의 바퀴가 독립적인 링크 구조를 가져야 한다. 즉, 로봇의 바퀴와 관로의 내면이 최대한 넓은 접촉 면적을 유지할 수 있어야 관로의 내면에 안정적으로 지지되어 수직방향으로의 이동이 가능해진다. 동사가 개발한 환경 대응형 소형관로 탐사로봇은 독립적인 링크 구조를 가지고 있으며, 구동 장치로는 캐터필러를 채용하여 관로와의 접촉면적을 최대한 확보함으로써 안정적으로 관로에 지지된다.



<그림 3-6> 수평이동 만이 가능한 바퀴형 관로 탐사로봇

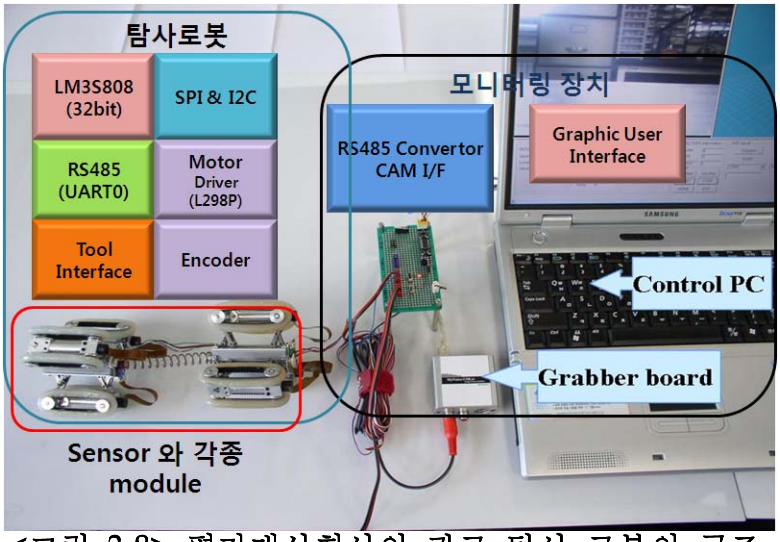
또한, 수직 방향으로의 경로변경을 원활하게 수행하기 위해 두 모듈을 앞뒤로 스프링으로 연결하여, 전방 모듈이 수직관을 극복하기 위한 추진력을 얻지 못하는 경우에 후방 모듈이 추진력을 전달하여 이동하게 된다. 압축 스프링을 동력전달부재로 사용하면 그 구성이 매우 간단하고 경제적이라는 이점이 있다.



<그림 3-7> 분기형 소형관로의 탐사(미국, CMU)

② 소형 관로 탐사 로봇의 플랫폼 구조

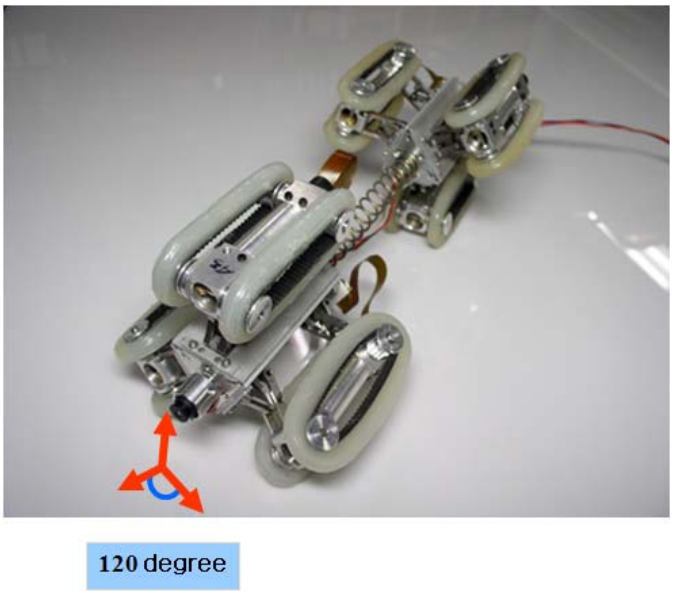
신청사의 관로 탐사 로봇의 구조는 다음의 <그림 3-8>과 같다.



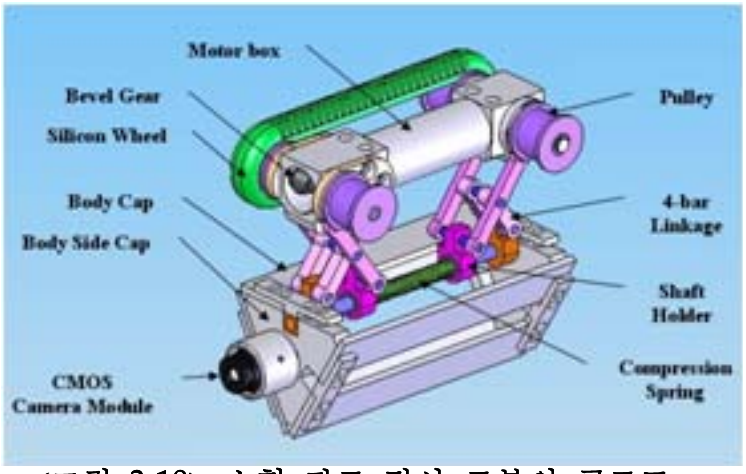
<그림 3-8> 평가대상회사의 관로 탐사 로봇의 구조

○ 본체

개발된 환경 대응형 소형 관로 탐사로봇은 **본체**, 탐사 대상이 되는 관로 내부를 촬영하도록 <그림 3-9> 및 <그림 3-10>과 같이 본체에 부착되는 **카메라**, 상기 본체의 둘레방향을 따라 소정 각도 간격(일정한 각도, 일반적으로 120도)으로 서로 이격되어 설치되는 **구동부** 및 이를 연결하는 **링크 구조**로 구성된다. 이러한 링크 구조는 각각 독립적으로 구동되어 다양한 형태의 관로에 적용이 가능하게 된다.



<그림 3-9> 개발된 소형 관로 탐사 로봇의 실제 모습

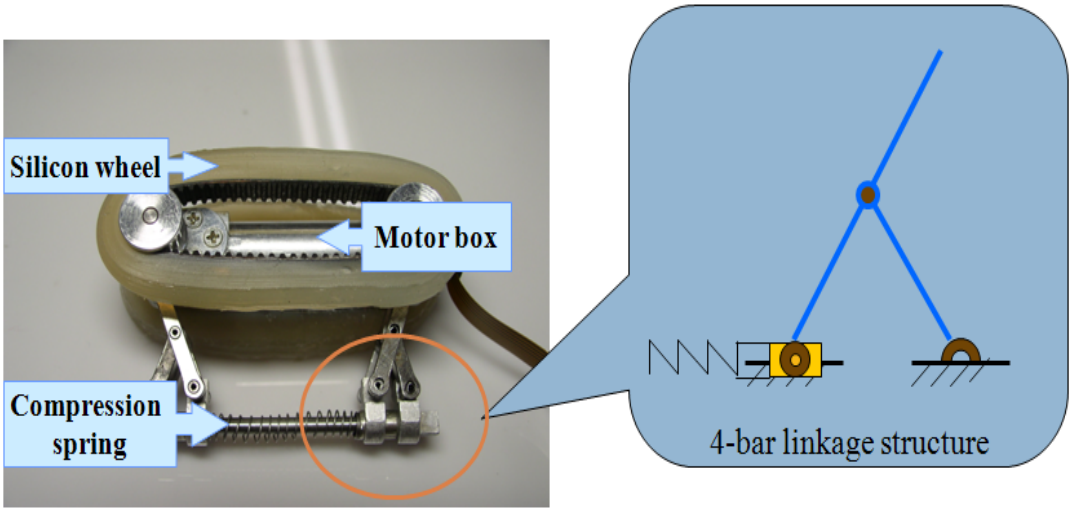


<그림 3-10> 소형 관로 탐사 로봇의 구조도

○ 링크 구조

본체와 구동부를 연결하는 링크부는 4-bar 링크 구조(4-bar linkage structure, <그림 3-11> 참고)로 좌우와 상하로 다양하게 이동이 가능하다. 또, 중간에 설치된 압축 스프링에 의해 원상태로 복귀하려는 경향을 가지며, 이는 로봇의 구동부가 관

로의 벽면과 최대한의 접지력을 가질 수 있게 한다.

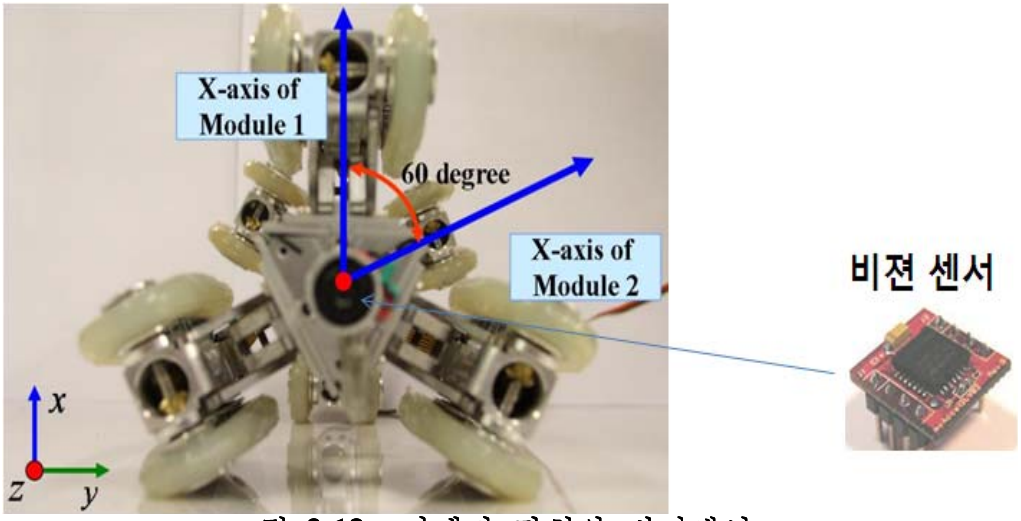


<그림 3-11> 탐사로봇의 4-bar 링크 구조

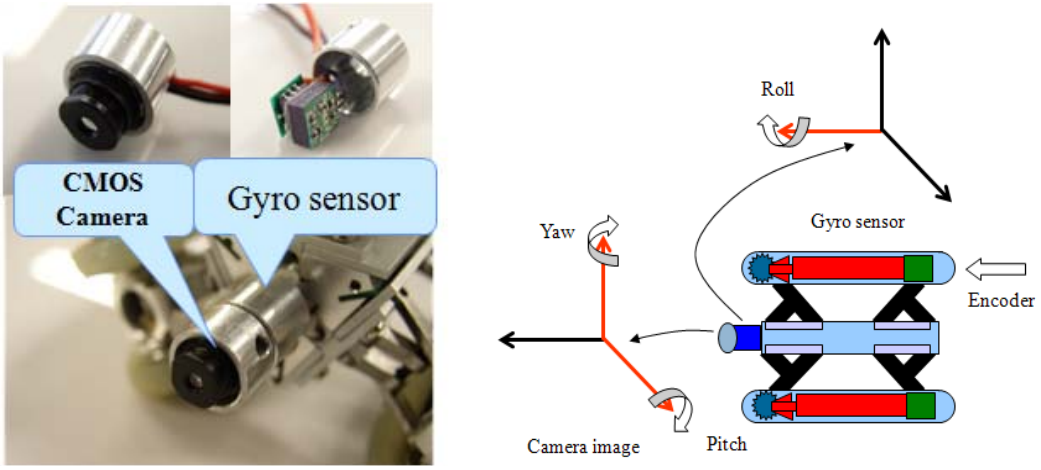
관로의 이동시에 구동부에 아무런 외력이 가해지지 않을 때의 정상 상태에서는 아무런 변형이 일어나지 않지만, 외력이 가해짐에 따라 링크가 변경된다. 이러한 구조는 관로 내부 형태의 변화가 발생 할 때도 관로 벽면과의 접지력의 감소를 막을 수 있으며 다양한 모양, 굴곡에서도 접지력을 유지 할 수 있는 구조이다.
탐사 로봇이 관로 내부에서 수평 또는 수직으로 방향을 변경하고자 할 때에는 3개의 구동부의 속도를 조절함으로써 조향이 가능하게 된다.

○ 카메라 부
본체의 정면부에는 <그림 3-12>와 같이 카메라를 탑재하여, 관로 내에서 이동시 관로의 내부 상태를 연속적으로 촬영하며, 촬영된 화상을 관로 외부의 디스플레이 장치 또는 저장장치로 전송하게 된다.
카메라의 후방에는 본체의 이동속도와 가속도를 감지하여 본체의 이동거리를 측정할 수 있는 <그림 3-13>과 같은 자이로센서와 가속도센서가 설치된다. 로봇이 관로 내부를 이동할 때에 관로의 경로를 정확하게 측정하여 관로의 모양을 매핑(mapping)할 수 있다

○ 구동부
로봇 구동부에 장착된 모터의 엔코더와 가속도센서를 융합하여 관로 내부에서의 로봇의 위치를 계산하게 되고, 자이로센서와 로봇의 영상 정보를 이용하여 로봇의 자세(orientation)를 계산하게 된다.

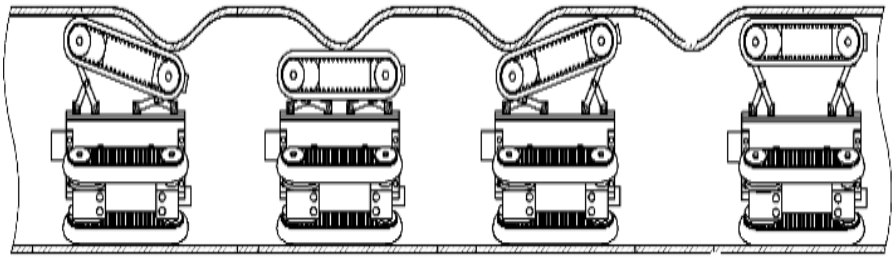


<그림 3-12> 카메라 장치와 비전센서



<그림 3-13> 장착된 각종 센서 및 좌표계

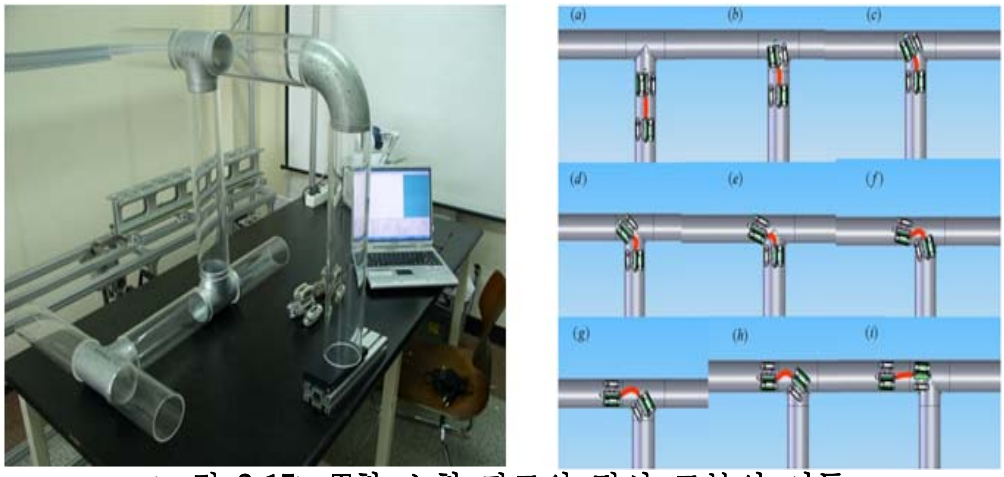
구동 바퀴에는 <그림 3-14>와 같이 각각 구동 벨트가 장착되어 관로의 벽과의 마찰을 유지하여 안정적인 지지를 보장해야 하므로, 마찰계수가 높은 재질로 캐터필러를 구성하게 된다.



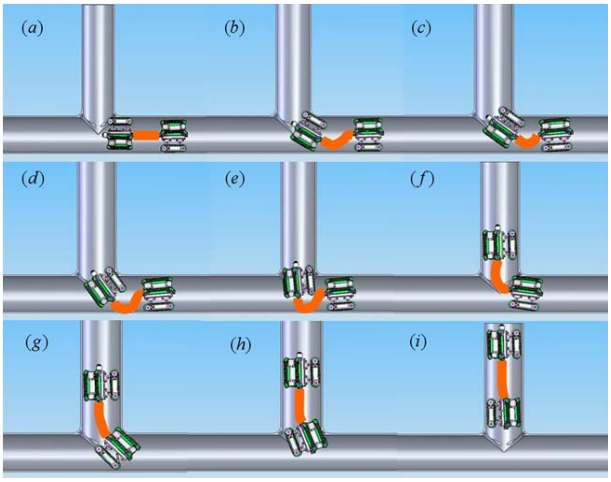
<그림 3-14> 다양한 관로 형상에 따른 탐사 로봇의 이동

수평관이나 비교적 단순한 형태의 관로를 이동하는 경우 대부분의 로봇이 쉽게 이동할 수 있으나, T관 형태의 수직관을 지나는 경우에는 로봇의 구동부가 관로와 마찰을 유지할 수 없게 되어 더 이상 이동할 수 없는 경우가 생긴다.

본 관로 탐사 로봇은 두 개의 로봇을 스프링으로 연결하여 전방에 배치된 로봇이 수직관을 극복할 만큼의 추진력을 얻지 못하는 경우 후방에 배치된 로봇이 힘을 전달해서 수직관을 극복할 수 있도록 도움을 주게 된다. 직진할 때는 두 로봇의 속도를 동일하게 둔다. <그림 3-15>와 <그림 3-16>과 같이 T관 형태의 수직관 입구에서, 전방에 배치된 로봇의 속도를 후방에 배치된 로봇의 속도보다 낮게 두어 후방 로봇이 전방 로봇을 밀도록 한다. 이렇게 T관 형태의 수직관을 벗어나게 되면, 전방 로봇의 속도를 더 빠르게 하여 후방 로봇을 끌도록 한다.



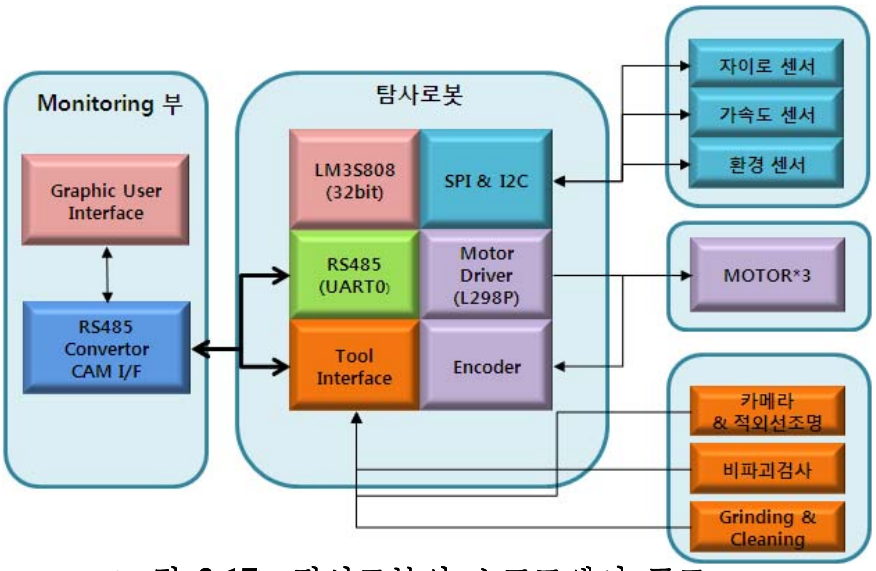
<그림 3-15> T형 소형 관로와 탐사 로봇의 이동



<그림 3-16> T관 형태의 수직관 이동시 로봇의 동작

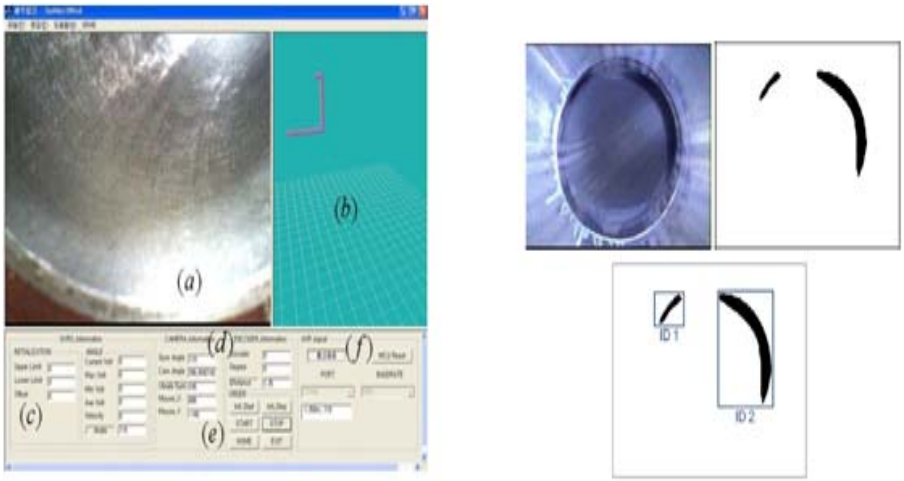
③ 로봇의 S/W 플랫폼 구조

평가대상 회사의 관로 탐사 로봇은 32bit 마이크로프로세서를 기반으로 3축의 모터 구동과 엔코더, 자이로 센서 그리고 카메라를 비롯한 다양한 측정 센서를 처리할 수 있는 소프트웨어 구조를 갖추고 있다. 동 탐사로봇에서 처리가 가능한 센서는 <그림 3-17>과 같이 위치 및 자세 제어를 위한 자이로(가속도)센서 및 위치센서, 구동을 위한 3축의 모터제어, 그리고 관로 검사를 위한 카메라, 적외선 센서 등이 있다.



<그림 3-17> 탐사로봇의 소프트웨어 구조

지상에서의 관로상태 모니터링은 <그림 3-18>과 같이 GUI(graphic user interface)되는 영상자료 등을 통해 관로의 상태와 로봇의 위치정보를 모두 파악할 수 있다.



<그림 3-18> 관로상태의 모니터링과 영상처리

④ 로봇의 주요 기술 성능

동사의 관로 탐사로봇의 주요 기술적 성능과 상세 사양은 <표 3-2> 및 <표 3-3>에 나타내었다.

로봇에는 ARM 계열의 제어기를 사용하여 모터제어와 상위 Station으로의 통신을 수행하게 된다. 로봇과 상위 Station간에는 RS485 통신을 수행하여 1km 이상의 장거리에서도 로봇과 사용자간의 통신이 가능하도록 하였다. 상위 Station에는 다양한 UI와 로봇에 장착된 영상 정보를 처리하여 원하는 정보를 얻을 수 있도록 각종 알고리즘을 탑재하도록 하였다.

<표 3-2> 평가대상 회사의 관로 탐사로봇의 주요 기술적 성능

항목	사양
검사대상	내경 100mm 이상
검사속도	3 ~ 5 m/min
탑재검사장비	카메라, Laser Profiler, NDT(비파괴검사) 장비, cleaner/grinder 등
검사거리	왕복거리 최대 600m
이동능력	수평/수직관, 곡관, 분기관, T-branch 형태의 수직관, 관경 변화 대응
견인능력	자중포함 20kg
구동메커니즘	캐터필러형 벽면압착구조, 모듈형이동체
조향메커니즘	차륜구동(differential)
전원	tether cable을 통한 외부공급 제어방식
원격제어(joystick 등)	듀얼코어급 노트북 혹은 전용제어기
통신방식	RS485를 이용한 광통신
기타	- modular design을 통한 다양한 부가 모듈 장착 가능 - 방수, 방진 - 온도, 습도 센서 등을 활용한 내부 환경 정보 모니터링 가능

카메라를 장착하는 로봇의 전면에 적외선 조명을 사용하여 관로 내부의 열악한 환경을 극복하였다. 매우 열악한 특수한 환경의 경우, 고성능 카메라를 선택 사양으로 추가할 수 있도록 하였다. 각종 현장 실험(field test)을 통해 최적의 카메라 사양을 도출하고, 다양한 선택 사양을 구비하여 사용자들의 요구를 충족시키도록 하였다. 다양한 영상처리 알고리즘 및 비전 검사 기술을 도입하여 유용한 정보를 추출하도록 하였다(<표 3-2> 및 <표 3-3> 참조).

유선 통신을 중심 통신 방식으로 하고, 유사시 무선을 통해 통신을 수행하도록 하였다. 이를 위해 로봇 내부에 무선통신 모듈을 추가하고, 배터리를 내장하여 백업 기능 및 무선 통신을 대비하였다.

<표 3-3> 평가대상 회사의 관로 탐사로봇의 상세 사양

항 목	사 양
탐사로봇	내경 150~200mm(6"~8")
	최대 탐사 거리: 왕복 600m
	카메라: Single chip 1/4" lens video camera, VGA(640*480) 해상도, NTSC
	조명: 8개의 고휘도 백색 LED 사용(적외선조명 대체 가능)
	견인능력 : 모듈당 수직방향 15kgf
	바퀴: 실리콘 휠, 관 종류에 따라 다양한 재질의 휠 적용 가능(실리콘, 고무, 합성수지 등)
	이동능력 : 수평/수직관, 곡관, 분기관, T-branch 형태의 수직관, 관경 변화 대응
	검사속도 : 3 ~ 5 m/min
	구동 : 캐터필러형 벽면 압착 구조, 모듈형 이동체
	조향 : 차륜 구동(differential)
	센서: 자이로센서, 가속도센서, 환경인식센서(온도센서, 습도센서, 압력계 등)
	Tool Module: PTZ 카메라(원격 조종), Grinder, Cleaner, NDT(비파괴검사장비), Laser Profiler, 스케일 제거, 코팅장치, 화염방사기능, 진동기능, 특수촬영 등 다양한 옵션 추가 가능
	전원: DC12V @ 1.5A, 무선 조종 및 백업 전원을 위한 Li-Polymer 배터리 내장
통신케이블	5G 1.5(11.8파이) 고장력 REEL 케이블
케이블 드럼	Anti-Noise Design, 백금소재 슬립링 채용
통신방식	RS485를 이용한 광통신 및 무선 통신
탐재검사장비	Laser Profiler, NDT(비파과검사) 장비, cleaner/grinder
영상 증폭기	영상 증폭기 내장, 화질 조정
문자 발생기 (Keyboard Type)	한국어, 영어, 숫자 등 다양한 문자 입력 기능(거리, 날짜, 관종 등 다양한 데이터 입력 가능)
제어기	로봇 본체 제어(원격 제어), 전원 공급, 각종 센서 정보 실시간 모니터링, 조이스틱을 이용한 이동
영상 녹화	디지털 방식 영상 녹화(VCR, DVD 겸용 방식 옵션)
Monitor	17" TFT LCD
견인드럼	스텐와이어 사용
기타	조립 기구 및 기타 소모품

사용자 인터페이스의 화면은 다음의 <그림 3-19>와 같다.
사용자 인터페이스에서는 로봇의 원격조작을 가능하게 하며, 관로의 형상, 카메라 영상, 각종 센서 데이터 및 로봇으로부터 전달된 이벤트 등이 표시된다.



<그림 3-19> 사용자 인터페이스의 모니터링 화면

(3) 기술의 적용 현황

본 관로 탐사로봇에 적용된 기술 현황을 국내외 경쟁사와 비교하여 다음의 <표 3-4>에 정리하여 나타내었다.

<표 3-4> 평가 대상 기술 적용 현황과 비교

	IBS기술연구소	동화 ENG			성대/CMU	IBAK/KA-TE
관크기 (mm)	90~110 300~	150 ~300	200 ~300	300~	200 ± 20	150~300
속도 (max, m/min)	3~5	10	20		2.5 / 6	2
Pipe Type	모든 종류의 관로	수평, 경사(~20º)			상관없음	수평,경사
이동방식	Caterpillar	Wheel			특정 메커니즘	Wheel
	전·후·정지·조향	전·후·정지	전·후·정지·조향		전·후·정지·조향	전·후·정지·조향
용도	모든 종류의 관로	하수관			가스관	하수관
가격(만원)		750~1500 50/일	600~1000 10/일		project 형태	
특징	· 곡관 및 T-branch 형태의 수직관 주행 · Modular (robot 및 Line) · Tool 부착 · Mapping 기능 · 레이저 프로파일링 및 평면분석 기술 적용 가능	· 곡관 주행 안 됨 (500mm 이상에서 가능) · 50m이상 깊이에서 단선 위험 · 방수 위해 질소 주입 · Tool 부착 가능(커팅, 300mm이상) · PT cam			· 관 크기 제약 · 상용화 되지 않음 · UI mapping 기능 (encoder) · 비파괴 검사(초음파,CMU)	· 상용화 수준 높음 · PTZ &Actuator (IBAK) · Cable 포설기능 (KA-TE)

나. 국내외 기술동향

국내의 로봇을 이용한 관로탐사 기술은 선진기술에 비해 로봇 환경 변화에 대한 강인성 면에서 열등하며, 대부분 중소기업에서 소수의 인력을 통해 개발되어 다양한 관로에 대응하는 높은 기술을 보유하지 못한 실정이다. 또, 극히 소수의 국내 대학이나 연구소에서 전문적인 연구를 진행하고 있으며, 일부 개념적인 부분에서의 가능성을 보여주고 있을 뿐 제품으로 상용화까지는 더 많은 기술 개발이 필요하다.
미국, 유럽, 일본 등 선진국의 대학 및 연구소의 경우 최근 수년간 집중적인 투자와 연구를 통하여 기술적 수준을 향상시키고 있는 중이다.

(1) 국내 기술 동향

국내의 경우 성진테크, 두배시스템, 동화이엔지와 같은 중소기업에서 중대형관에 적용 가능한 다양한 로봇을 개발하고 있다. 대부분 수평관에 적용 가능한 제품이며, 방수, 내구성, 부가적인 툴 부착 등의 장점을 가지지만 적은 연구 인력으로 인해 기술 개발의 어려움을 겪고 시장을 창출하기에는 아직까지 역부족인 상태이다.

○ (주)성진테크
각종 가스관, 상하수도 배관 및 공업용 배관 등의 관로 내부의 조사를 목적으로 칼라 카메라 시스템을 개발하여 관로 탐사 로봇에 적용하고 있다. 또한, 내시경을 이용한 관로 탐사용 시스템을 개발하여 상품화를 진행 중에 있다(<그림 3-20> 참조).



<그림 3-20> (주)성진테크의 관로 탐사용 카메라와 내시경 장비

○ 두배시스템
두배시스템에서는 소형카메라를 응용하여 모니터를 통한 고해상도 탐색을 목적으

로 한 관로 탐사용 로봇을 개발하였다. 동 로봇은 관로의 탐사 목적과 환경을 파악하여 비파괴 방식을 이용하여 관로를 탐사할 수 있도록 개발되어진 장비이다.

동 탐사 로봇은 관경 100mm부터 250mm까지의 관로 탐색용으로의 사용이 가능하며, 사용 방법 및 환경에 따라 Rigid Type, Semi-Rigid Type, Flexible Type으로 구분하여 적용되어진다. 또한 상황에 따라 각종센서, 자기위치전송 및 다양한 비파괴 조사정보에 대해 실시간으로 주장치와 양방향 통신이 가능한 장비이다(<그림 3-21> 참조).

주요 기술 성능은 다음과 같다.

- 로봇 헤드 크기 : Φ60mm × L 100mm (for 80~150mm Pipe)
- 드럼 크기 : Φ800mm × W 150mm
- 무게 : 15kg
- 카메라 : 410,000pixel, Auto Iris, Illumination 0.8~10,000Lux
- 카메라 Rod : Length 60M, Dia Φ10mm
- 모니터 : 4 TFT Monitor
- Head Mount Display : 0.7" Goggle Type
- 제어기 : Time, Date, Distance Display & Light Control
- 전원 : 110~220V 50/60Hz
- Skid roller light : A type : Φ150~200mm Pipe
  B type : Φ200~300mm Pipe



<그림 3-21> 두배시스템의 관로 탐사용 로봇 시스템

○ 동화이엔지

동화이엔지에서는 전체적인 배선을 본체에 내장해서 제품의 고장율을 최소화하고, 외부의 원격 명령에 의해 콘트롤러로 탐사 로봇 헤드의 상하 높이 조절, 카메라 상하좌우, 회전등의 조작을 통해서 360도 전방향 촬영이 가능하고 로봇의 타이어

교체가 가능한 총 5가지 형태의 관로 탐사용 로봇을 상품화 하였다. 관로의 크기는 80mm부터 1300mm의 다양한 파이프에 적용이 가능한 로봇 시스템이다. 탐사거리는 120m이다(<그림 3-22> 참조).

주요 성능 사양은 다음과 같다.

- 구동 : 바퀴구동
- 최대 촬영거리 : 120m
- 관로 크기 80mm - 1300mm
- Camera: 41만 화소 고화질 카메라 내장 광학 줌 카메라 사용 (10배),
- 카메라 회전각: Pan-360° (슬립링), Tilt-180°
- 조명: 탈/부착식 할로겐램프
- Camera Head: 상/하 원격 제어 (전동식)



<그림 3-22> 동화이엔지의 관로 탐사용 로봇 시스템

이 외에 국내에서 현재 관로 탐사용 로봇은 한국항공대, 삼성중공업, 한국원자력연구소, 한국가스공사 등에서 활발히 연구개발이 진행되고 있다.

○ 한국항공대

각종 관로를 주행하는데 적합한 관내 자율 주행형 로봇 구동 시스템에 관한 것을 연구하고 있으며, 전후방 고정부에 구동에 의해 관내 벽을 교대로 클램핑하는 다리를 형성하여 충분한 지지력을 확보하고, 공압을 통해 수축과 이완을 반복하여 이동할 수 있는 로봇이다. 공압 시스템이라는 무거운 부가 시스템이 필요 없으며, 각각의 모터를 독립적으로 조종함으로써 조향성을 확보하였다.

○ (주)티에스

구동수단에 의해 발생된 선형 구동력을 사용하고, 기구적인 구조를 통해 캡슐내부에 있는 다리가 작동하여 한 방향으로 이동시킬 수 있는 캡슐형 마이크로 로봇이다. MEMS의 구조로 전기모터와 같은 상용품으로는 현재의 기술로 적용이 불가능하다.

○ 삼성중공업

조명 밝기의 원격제어가 가능한 관로 내부 검사용 로봇에 관한 것이며, 원격제어기를 이용하여 로봇에 탑재된 발광소자의 광량을 제어함으로써, 관로의 구조 및 관로의 특성에 따라 달라지는 관로내부의 밝기 정도에 대응하여 최적화된 촬영환경을 제공하여 선명한 관로내부영상을 획득할 수 있도록 하였다. 아직 상품화는 되지 않고 연구 단계에 있다.

○ (주)탑전자

모델명 로보캠 I 180리프터 모델은 기본 로보캠 I 모델에서 250mm 관경부터 투입 가능하던 것을 180mm 관경부터 조사 가능하도록 더 소형화 했으며, 카메라의 상하 높낮이 조절이 수동으로만 가능했던 것을 원격 전동식 자동 리프트식으로 개선한 모델이다. 또한 슬라이딩 접이방식 17인치 LCD 모니터 선반과 DVD 콤보 저장장치를 적용함으로써 보다 편리하고도 간편한 사용자 편의위주의 조사시스템을 구성한 것이 특징이다. 구동방식은 바퀴 구동형이며 차륜형 조향방식을 사용한다. 수직 및 수평 방향의 이동은 불가능하다. 또한, 180mm 이하의 관로는 불가능한 단점이 있다(<그림 3-23> 및 <표 3-5> 참조).



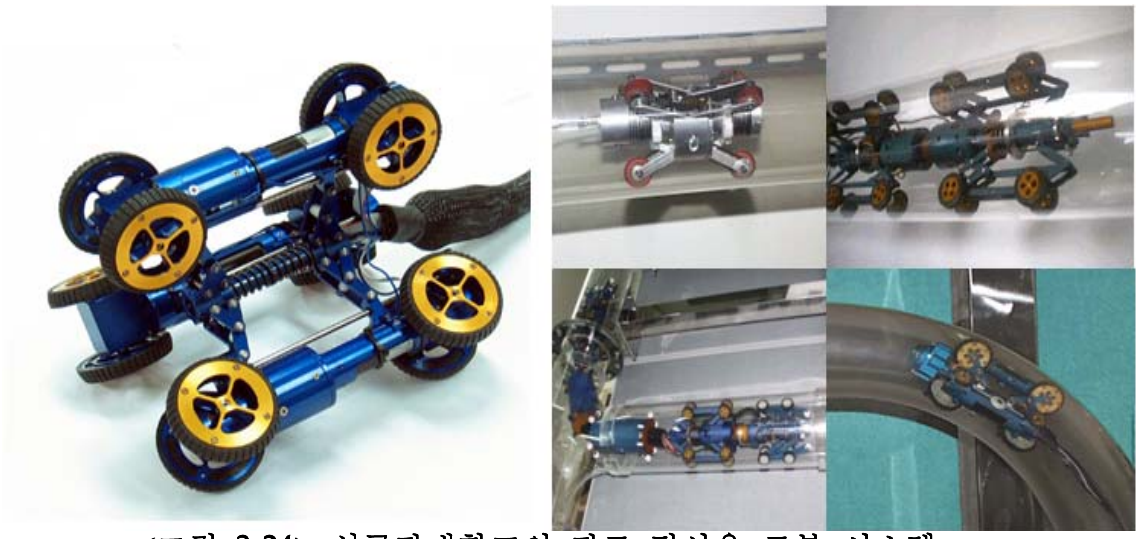
<그림 3-23> 탑전자의 탐사용 로봇 시스템

<표 3-5> 탑전자의 관로탐사로봇의 성능

주요 성능	
검사 관경	250 mm - 800 mm
검사 거리	120 m
카메라	Tilt 240도, Pan 360도
방수	질소가스로 본체 방수
조명	20W LED
녹화장치	DVD 콤보 레코더

○ 성균관대학교(연구실) :

성균관대학교에서 연구 개발중인 관로 탐사용 로봇으로 구조는 관로 밀착형 구조에 궤도 벨트 대신 바퀴를 장착한 구조이다(<그림 3-24> 참조). 현재 연구개발 진행중이다.



<그림 3-24> 성균관대학교의 관로 탐사용 로봇 시스템

○ 진성이엔지 :

진성이엔지에서는 관로탐사 및 절단 작업용 로봇을 개발하였다. 발전기 전원을 사용하고 전기식 기계장치로 소음이 없는 장점이 있다. 절삭 헤드부는 상하 좌우 및 원 주위 방향으로 회전이 가능하여 작업 대상물의 절단면이 매우 깔끔하게 절단된다.

영상 정보는 41만 화소 카메라로 획득하고, 할로겐램프 조명은 상하좌우로 관로의 세부 조사가 가능하며, 이를 통해 절단 대상물을 신속 정확히 제거하고 대상물 처리에 대해 현장 녹화가 가능하다. 장비중량은 55Kg으로 무거운 편이며 관로 촬영 작업 범위는 150mm 이상 1300mm 이하의 관로에서 작업이 가능하도록 설계 되었다. 절단작업의 범위는 300mm이상 600mm 이하이다(<그림 3-25> 참조).



<그림 3-25> 진성이엔지의 관로 절단 작업용 탐사로봇

(2) 국외 기술 동향

○ IBAK(독일)

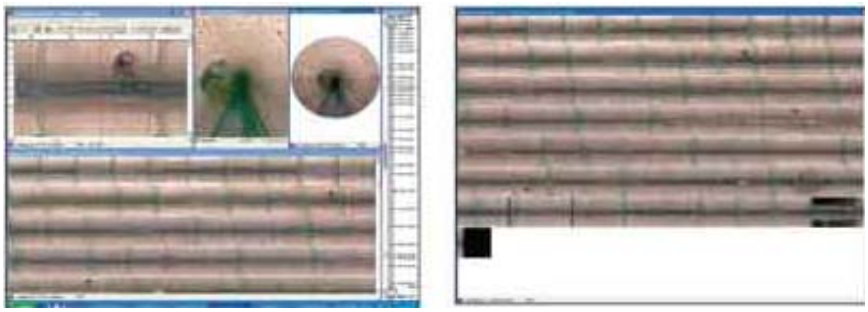
가장 상용화에 근접한 제품으로는 독일의 IBAK 제품군으로 강인한 내구성 및 다양한 툴을 옵션으로 제공하고 있다.

특히, 파노라모(PANORAMO)라는 영상처리 툴을 제공하여 곡면인 관로 내부를 수평면으로 펼쳐놓아 관로 내의 이상 유무를 좀 더 쉽게 판단할 수 있는 데이터를 제공한다. 단점은 300mm 이상의 중·대형 관에만 적용이 가능하며, 수직관 등에는 적용할 수 없다는 것이다(<그림 3-26> 및 (<그림 3-27> 참조).





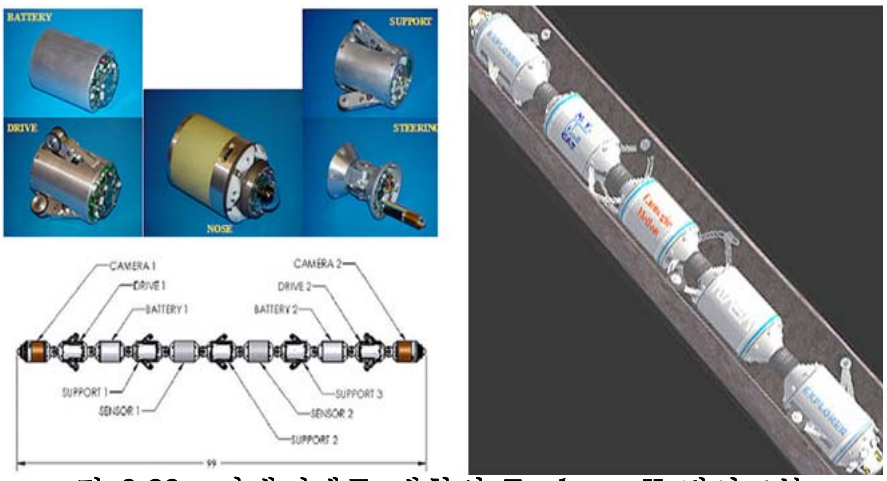
<그림 3-26> 독일 IBAK회사의 탐사 로봇



<그림 3-27> 파노라모 영상처리 장비를 이용한 관로 영상

○ 카네기멜론대학교(미국, CMU) :

미국의 카네기멜론 대학에서는 송유관 탐사를 위해 Explorer II를 개발하여 실제 필드 테스트에 성공했으며, ULC Robotics(www.ulcrobotics.com)에서 상용화하였다. 이 로봇은 구동, 통신, 배터리 등 각각의 기능을 모듈화 하여 이를 연결하면 사용자의 요구에 다양하게 대응할 수 있다는 장점을 가진다(<그림 3-28> 참조).



<그림 3-28> 카네기멜론 대학의 Explorer II 탐사로봇

○ 아메리칸파이프클린링(미국) :

미국의 파이프 청소 전문회사로 주로 400mm 이상의 대형 관로에 대한 검사를 주로 한다. 바퀴에 의한 구동방식을 사용한다. 소형(100mm)의 관로와 수직 및 수평 방향 이동은 불가능한 시스템이다(<그림 3-29> 참조).



<그림 3-29> 아메리칸클린링사의 탐사로봇과 주변 시스템

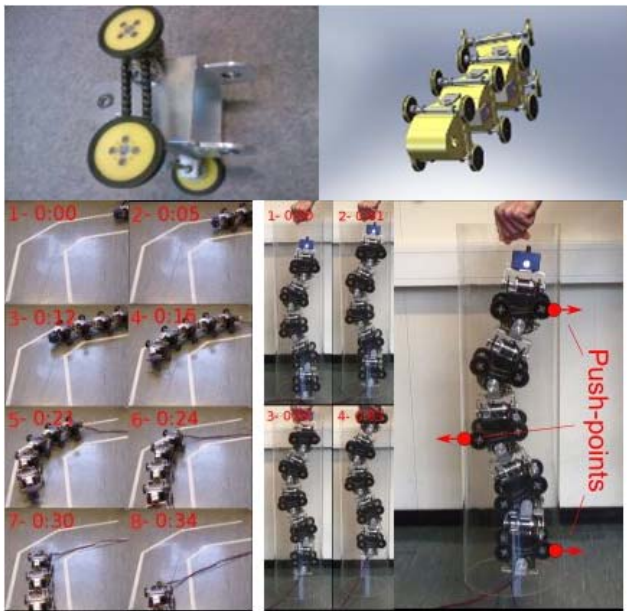
○ Inutkun Services Ltd.(캐나다) :

캐나다의 관로 탐사회사인 Inutkun Services Ltd.의 관로 탐사 로봇은 두 개의 궤도로 관로를 이동하며 고해상도 카메라로 관로 내부를 검사할 수 있는 성능을 보유하고 있다. 다만, 관로 크기는 직경 380mm 이상의 대형 관로에만 적용 할 수 있으며 수직 및 수평방향의 방향전환 이동은 불가능하다(<그림 3-30> 참조).



<그림 3-30> Inutkun Services Ltd. 의 궤도형 관로 탐사로봇

○ 스니테프(SNITEF, 스칸디나비아) :
스칸디나비아의 연구실에서 개발 중인 가스 관로 탐사용 로봇이다. 이 로봇은 소형 탐사로봇을 여러 대 연결하여 관로를 탐사하고 수직 및 수평관의 이동을 용이하게 한 구조이다. 현재 연구 중에 있다(<그림 3-31> 참조).



<그림 3-31> SNITEF의 관로 탐사 로봇

○ National Resource Center(NDT)
두 개의 궤도로 구성된 이동 방식을 갖는 관로 탐사용 로봇으로 주로 300mm 이상의 대형관로의 탐사에 사용된다. 바퀴이동 구조의 한계로 수직 및 수평의 방향 이동은 불가능하다(<그림 3-32> 참조).



<그림 3-32> NRC의 NDT 관로 탐사 로봇

○ InsightVision(미국)
미국의 관로 탐사회사인 InsightVision의 관로 탐사로봇은 바퀴에 의한 구동방식

을 갖고 있으며 탐사 가능 관로는 내시경에 의한 탐사는 1인치부터 8인치까지 가능하며, 이동형 탐사 로봇으로는 8인치부터 16인치까지 가능하다.
고해상도 카메라로 관로 내부를 검사할 수 있는 성능을 보유하고 있다. 다만, 수직 및 수평방향의 방향전환 이동은 불가능하다(<그림 3-33> 참조).



<그림 3-33> InsightVision의 관로 탐사 로봇

다. 기술수준

(1) 기술의 경쟁력

현재 국내외 기술수준으로 플랜트 내의 관로 설비와 같이 3차원으로 설치된 관로에 대한 상용화된 탐사로봇시스템은 전무한 상태이며, 하수관 내부 검사를 위한 관거 탐사용 자주로봇 시스템이 보편화 되고 있는 추세이나 이 또한 로봇 제어에 있어 운용자의 수동조작에 의존하며, 단순 CCTV검사 기능만을 제공하는 정도에 그 치고 있다.

대부분이 300mm 이상의 중형관 이상의 관로에 적용되어 전후진의 단순한 주행 motion만 구현되어 있어 적용분야가 매우 적은 실정이다. 이는 개발 업체가 영세한 중소기업으로 개발인력과 자본력이 매우 모자라기 때문이다.

이에 반해, 본 평가 대상 기술에 의한 관로 탐사 시스템은 독립적인 제어모듈을

탑재하고 자율적인 관로 내부를 주행이 가능하다.
또한, 영상처리를 통해 관로 내 분기관 및 곡관 등 각종 관로 요소 및 결함부를 인식하며, 주행 간 관로 맵을 작성·저장하여 탐사 완료 후 회수된 로봇의 데이터 분석을 통해 관로 내 결함부의 위치 파악이 가능하다.

특히, T관 형태의 수직관으로의 이동성을 극복함으로써 단순한 형태의 관로뿐만 아니라 다양한 형태의 관로에 적용이 가능하다. 이는 추후 다양한 line-up의 개발을 통해 관로, 건물 등에 적용될 수 있는 기반기술이 된다.

(2) 기술의 독창성과 비교 우위성

평가대상 회사의 관로 탐사로봇은 로봇 본체, 탐사 대상이 되는 관로 내부를 촬영하도록 상기 본체에 부착되는 카메라, 상기 본체의 둘레방향을 따라 소정 각도(일정한 각도, 일반적으로 120도)로 서로 이격되게 설치되는 구동부 및 이를 연결하는 링크 구조로 구성된 독창적인 기술로 구현되어있다.

이러한 링크 구조는 각각 독립적으로 구동되어 다양한 형태의 관로에 적용이 가능하다. 또한, 로봇은 가스관이나 배수관과 같은 관로 내부 탐사뿐만 아니라 핵발전소와 같은 위험한 환경, 군사용 정찰 시스템과 같은 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 예상된다.

그리고 건설 현장 측면에서 탐사는 공사완료 시점에서 적용되는 “상태확인”과 정기적으로 사용자에 의한 “유지관리” 탐사로 나눌 수 있다. 건물 역시 관로와 마찬가지로 유지관리 측면 및 상태확인 측면에서의 탐사가 어려운 문제점이 있으나, 동사의 관로 탐사로봇을 이용하면 20층 이상의 고층 건물의 관로검사도 가능할 것으로 판단된다.

현재 국내 관로 탐사로봇은 아직 개발단계로 큰 규모의 시장이 형성되어 있지는 않다. 본 평가 대상기술의 탐사로봇을 이용하게 되면 현재 주류를 이루고 있는 X-ray 및 기타 측정 장비를 이용하는 비파괴 검사방법들이 가지는 지주매설 관로에 대한 접근성 문제 등의 제한사항을 극복할 수 있게 된다. 또한, 보안/경비 등의 많은 他 응용 분야에서 동사의 탐사로봇을 활용할 수 있을 것으로 보인다.

라. 기술의 파급성

(1) 기술의 활용성 및 확장 가능성

지능로봇 기술은 기계, 전기, 전자 등의 전통기술과 신소재, 반도체, 인공지능, IT, BT, NT 등 첨단기술의 적용과 융합의 결정체로서, 향후 IT, BT, NT 등 신기술 분야의 기술융합에 따라 새로운 상품과 산업의 등장이 예상되며, 지능형 로봇기술은 이러한 신기술 분야의 산업화를 촉진하는 기술로 활용될 수 있다.

평가 대상 기술은 타 로봇 기술에 비해 초기 단계의 기술이 대부분이고, 대부분 실험실에서 개발된 것들이어서 상용화단계까지는 이르지 못하였다. 일부 상용화된 제품이 있으나 실제 로봇에 적용될 수 있는 신뢰할만한 제품이 아직 출시되지 않아 선행연구 측면에서의 동사의 개발이 성공한다면 RT/IT 분야의 세계적 경쟁우위 확보가 가능할 것으로 보인다. 응용분야에 있어서는 소비자 기대 수준에 부응할 수 있는 Killer Application으로의 발전을 위해서 먼저 탐사, 검사 등의 분야에 적용하는 것이 유력할 것이다.

현재 지능형 로봇 산업은 자율주행 기술의 제약으로 산업 성장이 정체되어 있으며, 이를 해결하기 위해서는 좀 더 상용화에 접근한 높은 수준의 로봇이 개발되어 실제 현장에서 사용 가능하도록 함으로써 시장을 창출하는 효과를 도출해야 할 것이다. 향후 지능형 로봇이 인간을 대신하여 제공하는 모든 서비스의 기반이 되는 탐사로봇 제품을 개발하는 것은 모든 로봇 기술을 한 단계 끌어올리는 계기가 될 것으로 기대된다.

시장측면에서 청소용 로봇을 보면, 시장은 매년 80% 이상 성장할 것으로 예상되고 있다. 유엔유럽경제위원회(UNECE)가 국제로봇연맹(IFR)과 공동 발표한 보고서에 따르면 세계 청소로봇 시장은 2005년 75만대 규모에서 2006년 90만대, 2007년 130만대, 2008년 140만대, 2009년 250만대, 2010년 400만대로 늘어날 전망이다. 로봇에서의 중요한 기술인 능동 주행, 정확한 센서 모델링 등의 당면 과제를 해결하는 것이 매우 중요한 이슈라고 하겠다.

본 평가 대상 기술의 기대효과는 다음과 같이 요약 할 수 있다.

- 개발 기술은 모니터링 및 검사, 경비 등의 필수 기술
- 원격 검사 이용 인력 및 시간 손실 감소
- 효율적인 검사를 통한 문제의 조기발견 및 대처 가능

- 기술 국산화로 수입 대체효과 및 수출효과 기대

(2) 산업적 파급효과

탐사로봇 기술은 지능로봇의 본래 목적인 '사람의 일을 대신하는 장치'라는 측면에서 볼 때, 매우 유망한 기술이다. 이는 단순 모니터링 기능뿐만 아니라 검사, 탐사, 경비 등 다양한 범위로의 확대에 필수적인 기술로 인식되고 있으며, 소비자의 요구를 만족시킨다면 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상되어진다.

장거리 주행이 가능하며 다양한 관로의 형상에 대응하여 주행할 수 있는 운동성을 갖추고, 관로 검사 중 가상지도를 통한 관로 결함 부위 및 로봇의 현재 위치를 사용자에게 알려줄 수 있는 로봇의 개발이 절실하며, 그러한 로봇의 실용화는 보다 경제적이고 정확한 관로 검사를 수행할 수 있도록 해줄 것이다.

한편 사용자 측면에서 요구되는 기능 요소를 살펴본다면 누구나 쉽게 조작을 할 수 있는 편의성이 요구되며, 검사를 통하여 발견된 결함의 정확한 위치나 로봇의 현재 위치를 알 수 있어야 한다. 검사를 마치고도 결함의 위치를 알 수 없다면 검사의 의미 자체를 잃기 때문이다.

본 평가대상 기술의 활용 분야를 요약하면 다음과 같다.

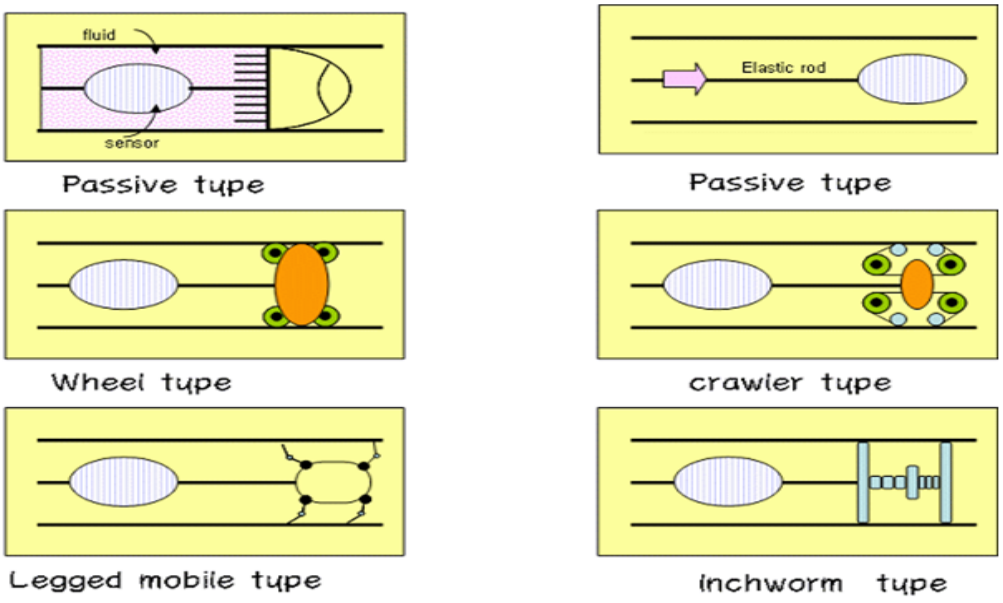
- 상하수도 관로의 유지보수
- 배수관 시설 및 운영실태 조사
- 가스관, 배수관 등 관로 내부 탐사
- 핵발전소와 같은 위험한 환경 적용
- 군사용 정찰 시스템 적용
- 건물 유지보수를 위한 탐사

4. 기술의 권리분석

가. 평가대상기술의 개요

평가대상 기술은 다양한 종류의 관로 내부 상태를 탐사하기 위한 로봇을 개발하는 것으로서, 초음파 검사와 같이 간접적으로 검사하는 방식과는 달리 관로 내부에 직접 투입되어 관로를 따라 이동하는 탐사로봇에 관한 것이다. 본 환경 대응형 관로 탐사로봇을 이용하면 사람이 접근하기 어려운 상하수도, 가스 관로 등의 지하 매설 관로나 원자력, 화력, 수력 발전소의 관로 시설, 가스운반선, 유조선, 화학 공장내의 복잡하게 얽힌 플랜트 관로 설비 등 각종 관로 내부를 이동하며 효율적으로 검사를 할 수 있다.

- 현재 플랜트 내의 관로 설비와 같이 3차원으로 설치된 관로에 대한 상용화된 탐사로봇 시스템은 전무한 상태이다. 하수관 내부 검사를 위한 관거 탐사용 자주로봇 시스템이 보편화 되고 있는 추세이나, 로봇 제어에 있어 운용자의 수동조작에 의존하고, CCTV를 활용한 단순 검사 기능만을 제공하는 정도이다.
- 관로 내부는 일반적으로 좁은 공간으로 이루어져 있고, 입체적인 형상을 가진 특수한 환경이기 때문에 로봇의 크기와 형상은 제한적일 수밖에 없으며, 이동체가 원활하게 움직이기 어렵다.
- 모든 관로요소를 자유롭게 주행할 수 있기 위해서는 이동성의 확보가 우선시되어야 하고, 이를 위해 <그림 4-1>과 같은 다양한 메커니즘에 대한 연구가 이루어지고 있다.



<그림 4-1> 다양한 형태의 관로 탐사로봇

평가대상 기술의 핵심은 첫째로 관로의 내면과 충분한 접촉면적을 확보하여 안정적으로 지지될 뿐만 아니라, 수직방향으로의 경로변경이 용이하도록 하는 것이다. 둘째로 카메라와 각종 센서를 이용하여 관로 내부의 상태정보를 획득하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 도움을 주어야 한다. 여기서 상태라는 것은 관로의 손상 여부 및 위치, 퇴적물 유무 등을 의미한다.

- 관로는 각종 매질을 전달하는 수단으로 현대 산업에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 관로에는 석유화학공장, 발전소 등과 같은 장치산업의 관로와 가스관, 난방용 열관로, 상수도관, 하수도관 등이 있다.

- 사람이 늙어감에 따라 혈관에 문제가 생기는 것과 마찬가지로 관로 역시 노화, 부식으로 인한 결함이나 타 공사로 인한 손상 등의 문제가 발생한다. 정부는 지하매설 도시가스관로에 대하여 15년 주기로 검사, 보수 및 교체를 의무화하는 규정을 발표하여 관로 관리의 중요성을 강조하고 있으나 지하매설 관로의 관리는 막대한 경제적 부담과 고도의 기술이 요구된다.

- 지하에 매설된 관로 검사를 할 경우에 첫 번째로 검사부위에 접근하기 어렵다는 점과, 두 번째로는 검사시편 채취를 위한 매질의 중단, 굴착 및 시편 채취 후 재시공 등의 부대작업으로 인한 경제적, 시간적 손실이 막대하다는 어려움이 있다. 세 번째로는 정확한 굴착지점을 찾기 힘들기 때문에 부대작업이 가중될 수밖에 없는 상황이라는 근원적 문제를 안고 있다.

- 지하매설 관로의 경우 매설된 상태로 관로 내부에서 검사하는 것이 가장 적합하며, 검사 장비를 탑재하고 관로 내부를 이동하면서 검사를 수행할 수 있는 시스템의 개발이 요구된다.

- 줄이 길게 연결되어 있는 내시경을 관로에 삽입시켜 내부 상태를 검사하였으나, 관로가 하나의 라인으로만 길게 형성된 경우에만 유효할 뿐 관로가 중간에 분기되는 등 경로가 복잡하게 굴곡되는 경우에는 내시경의 진행방향을 용이하게 변경할 수 없어 정확한 검사를 진행하기가 곤란하였다.

- 기존에 개발되어 있는 관로 탐사로봇은 대부분 바퀴형으로 수평관로 탐사용이며, 수직이나 굴곡 및 T자형 관로 부위 탐사가 불가능하다.

나. 선행기술조사

(1) 선행기술의 조사범위

선행기술조사는 WIPS(공통), KIPRIS(한국), IPDL(일본), USPTO Patent Search(미국), Espacenet,(유럽)를 사용하고, 분석범위는 한국, 일본, 유럽 및 미국의 공개 또는 등록특허를 포함한다. 선행기술은 평가대상기술의 출원일 전에 출원되거나 공개된 것으로 제한하며, <표 4-1>과 같은 특정용어를 포함한 것으로 제한한다.

<표 4-1> 특허분석 도구

항목	범위	
국가	한국, 일본, 미국, 유럽	
연도	~2008.06.30(출원일 기준)	
사용 DB	WIPS, KIPRIS, IPDL, Espacenet, USPTO	
조사방법	한글	((로봇* 로보트* robot 자동탐사* (자동 adj 탐사*) (auto near (operat* explor*))) and (강관* 중관* 배관* 하수구* 파이프* pipe piping plumb)).key.
	영문	((robot (auto near2 (operat* explor*))) and (pipe piping plumb)).key.
자료범위	한국 : 공개 및 등록 특허, 실용 일본 : 공개 및 등록 특허, 실용 미국 : 공개 및 등록특허 유럽 : 공개 및 등록특허	

(2) 선행기술 조사내용 및 조사결과

(가) 출원 기술내용에 따른 동향

배관 탐사로봇에 관한 기존 기술은 관로 탐사로봇 대부분이 바퀴형으로 수평관로 탐사용이며, 수직이나 굴곡 및 T자형 관로 부위 탐사가 불가능하였다. 최근 관로 검사 시스템은 제한적인 관 내부에서의 운동성, 검사 시스템과의 장거리 통신, 사용자 중심의 운영환경 등 여러 가지 문제점을 동시에 해결해야 하는 기술 집약적

인 연구 분야이다. 특히, 건축물의 관로설비의 경우에도 유지관리 측면의 어려움이 바로 관로 내부 상태 정보 획득의 어려움에 있다. 탐사로봇이 이러한 다양한 상황에서 관로의 내면과 최대한 접촉하여 이동하기 위해서 각각의 바퀴가 독립적인 링크 구조를 갖는 기술이 개발되고 있는 것으로 조사되었다.

(나) 출원 건수에 따른 동향

특허분석의 DB는 WIPS를 사용하고, 분석범위는 한국, 미국, 일본, 유럽의 공개 또는 등록특허이며, 분석기간은 평가대상기술의 출원일 이전 20년으로 하였다.
그리고 특허 출원번호 제2008-0062785호와 제2008-0062808호의 기술내용이 유사하여, 검색식을 동일하게 작성하여 검색하였다.

① 평가대상기술 제2008-0062785호 및 제2008-0062808호(배관 탐사로봇, 듀얼 배관 탐사로봇)의 특허동향

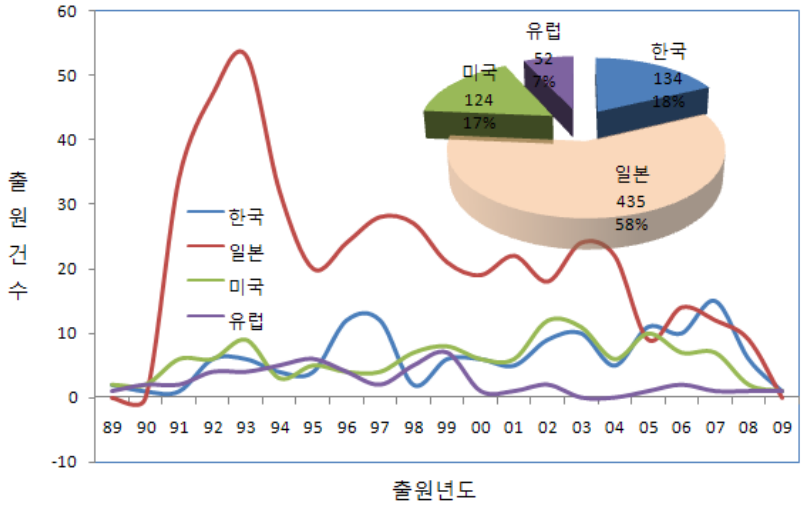
한국은 1990년대부터 10건 내외의 꾸준한 출원 건수를 나타내어 현재까지 이어져 오고 있으며, 총 134건으로 한국, 일본, 미국, 유럽 전체 출원 건수의 18%를 차지한다.
일본은 90년대 초에 급격한 출원증가를 보이다가 현재까지 계속 감소 중이며, 출원건수가 435건으로 전체의 58%를 차지해 가장 많은 출원율을 보였다.
미국은 한국과 매우 유사하며, 매년 10건 내외의 출원을 보이고 있으며, 출원건수도 124건으로 전체의 17%를 차지하고 있다.
유럽특허는 90년대 지속적인 출원을 보이다 2000년대에는 매년 1~2건의 출원건수를 보이고, 총 52건으로 전체 7%를 차지하고 있다.

한편, 미국과 유럽의 경우에는 2000년대 들어 소수의 관련 특허가 출원, 또는 등록 되었으나, 역시 매우 미진한 것으로 조사되었다(미국은 2001년 이전 출원의 경우 등록특허만 조사 가능하기 때문에 실제 출원현황을 조사하기는 어려운 상황임).

※ 검색된 건은 노이즈제거를 거치지 않은 Raw Data에 해당.

<표 4-2> 파이프용 로봇의 연도별 출원건수

구 분	한국	일본	미국	유럽
1989	2	0	2	1
1990	1	0	2	2
1991	1	34	6	2
1992	6	47	6	4
1993	6	53	9	4
1994	4	32	3	5
1995	4	20	5	6
1996	12	24	4	4
1997	12	28	4	2
1998	2	27	7	5
1999	6	21	8	7
2000	6	19	6	1
2001	5	22	6	1
2002	9	18	12	2
2003	10	24	11	0
2004	5	22	6	0
2005	11	9	10	1
2006	10	14	7	2
2007	15	12	7	1
2008	6	9	2	1
2009	1	0	1	1
합계	134	435	124	52



<그림 4-2> 파이프용 로봇 연도별 출원동향

(3) 관련 선행기술 분석

① 평가대상기술 제2008-0062785호 관련 선행기술

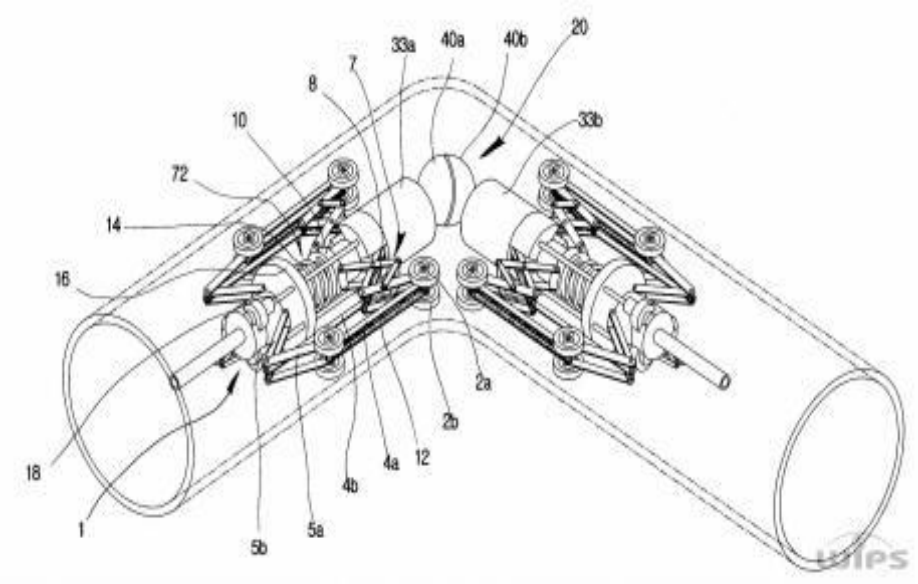
특허 출원번호 10-2008-0062785(배관탐사 로봇)에 관한 선행기술조사 결과를 <표 4-3>에 나타내었다.

<표 4-3> 선행기술조사 리스트

번호	국가	공개번호/등록번호	명칭	관련도
1	한국	2000-0073460	배관의 내부 검사용 이동 로봇 및 로봇 조향장치	Y
2	한국	2007-0027430	배관 내부진단용 마이크로 로봇	A
3	한국	0467792	배관 내부 검사용 이동 로봇	A
4	한국	2007-0065118	배관의 내부검사 및 청소용 로봇	A
5	일본	2001-096246	관로내의 청소 방법 및 장치	A
6	미국	5,366,038	ROBOT TRAVELING ON WALL FACE	A
7	일본	1994-066562	관내 이동 로봇	A
관련도 A: 본 발명과 관련성은 있지만 진보성 판단에는 영향을 주지 않는 일반 문헌 Y: 본 발명의 진보성 판단에 영향을 줄 수 있는 문헌				

ㅇ한국공개특허 제2000-0073460호(배관의 내부 검사용 이동 로봇 및 로봇 조향장치)

한국공개특허 제2000-0073460호(<그림 4-3>)는 배관의 내부 검사용 이동 로봇 및 로봇 조향장치에 관한 것이다. 몸체와 몸체의 외주경에 길이방향으로 이동휠을 갖는 팬터그라프형 링크와, 상기 이동휠을 회전시키기 위한 동력전달벨트를 가지며, 상기 동력전달벨트에 동력을 부여하는 기어에 맞물려 회전되는 웜엄기어를 갖는 전후진구동부와, 상기 팬터그라프형 링크를 승하강시키도록 직선왕복운동이 가능하며, 상승시 팬터그라프형 링크에 일정한 탄성력을 부여하도록 형성된 슬라이딩편, 스프링 및 이동조절판이 일체로 이동되는 승하강장치와, 상기 이동조절판을 이동시키도록 기어를 갖는 회전이동나사가 관통되게 설치되며 상기 회전이동나사의 기어와 맞물려 회전되도록 기어를 갖는 이동조절판구동부로 이루어져 있으며, 상기 이동로봇의 이동방향을 변경할 수 있는 조향장치를 갖도록 구성되어 있으며, 지중 및 지상에 배관되어 있는 파이프들의 내부를 원활하게 주행하면서 설비의 안전성을 검사할 수 있을 뿐만 아니라, 수직관, 곡관, 가지관 등과 같은 어떠한 형태의 배관의 구경에도 구애받지 않고 이동 시킬 수 있는 특징이 있다.



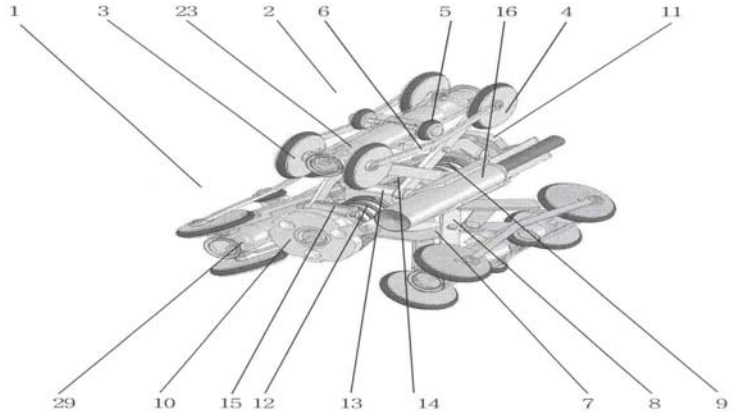
<그림 4-3> 한국 공개특허 제2000-0073460호

ㅇ한국공개특허 제2007-0027430호(배관 내부진단용 마이크로 로봇)

한국공개특허 제2007-0027430호(<그림 4-4>)는 배관의 내부 진단용 마이크로 로봇에 관한 것으로서, 이동로봇의 중심축, 상기 이동로봇의 중심축 외부둘레에 등간격으로 완충장치를 통해 설치되는 복수의 바퀴들을 포함하여 구성된다. 이동로봇에 장착된 드릴 또는 드릴에 브러쉬가 장착된 브러쉬 드릴의 정·역회전에 의해서 배관 내부의 녹과 스케일 등의 이물질을 제거할 수 있으며, 동시에 진공흡입기를 통해서 제거된 상기의 이물질을 외부로 배출하게 된다.

또한, 상기 이동로봇의 중심축에 장착된 카메라에 의해서 배관 내부의 상태를 미세 촬영한다. 더욱 상세하게 관 내부의 상태를 진단하기 위해서 상기 이동로봇에 장착되었던 드릴 또는 브러쉬 드릴을 제거하고 그 자리에 초음파 탐촉자를 장착하여 관의 두께 및 결함 상태를 측정하게 된다. 상기의 카메라와 초음파 탐촉자에 의해서검출된 데이터는 유선으로 연결된 외부의 제어장치에 전송되어짐으로써 실시간으로 관에 대한 정보를 분석할 수 있다.

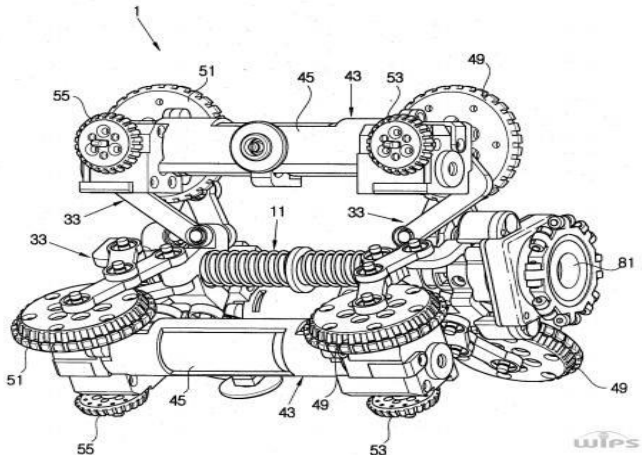
그리고 상기 이동로봇의 중심축 내에 분사기를 장착함으로써 분사노즐에서 방출되는 도료에 의해서 배관내의 부식초래를 방지하여 파이프의 수명연장을 향상시킴과 동시에 부식방지로 인한 식수공급을 위생적으로 할 수 있는 효과가 있다.



<그림 4-4> 한국 공개특허 제2007-0027430호

ㅇ 한국등록특허 제0467792호(배관 내부 검사용 이동 로봇)

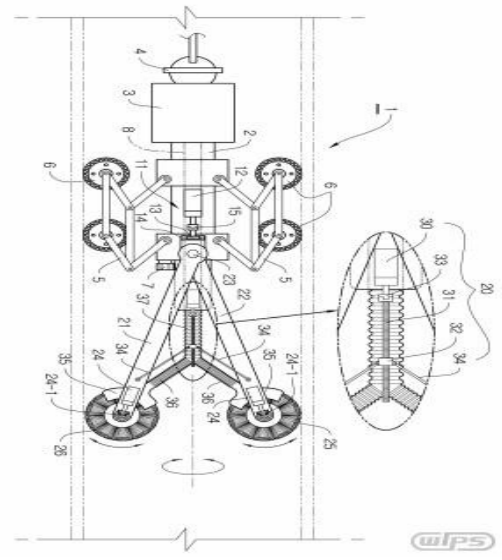
한국등록특허 제0467792호(<그림 4-5>)는 배관의 내부 검사용 이동 로봇에 관한 기술로, 몸체와 동력을 발생하는 구동모터와 동일 평면상에 소정 이격 배치되는 전륜 및 후륜을 가지며 이동 경로를 따라 회전운동을 하는 주바퀴와, 상기 구동모터를 사이에 두고 상기 전륜 및 후륜에 대향 배치되는 전륜보조휠 및 후륜보조휠과, 상기 구동모터의 동력을 상기 주바퀴로 전달하는 동력전달장치를 가지며, 상기 몸체를 사이에 두고 상기 몸체의 축선에 대해 소정의 각도를 이루며 상호 배치되는 복수의 구동부와; 상기 몸체와 상기 각 구동부 사이에 마련되어 상기 몸체와 상기 각 구동부를 연결하는 복수의 링크부를 포함하고; 상기 몸체가 곡선관로를 따라 이동할 때 상기 복수의 구동부는 상기 주바퀴가 상호 상이한 속도로 회전 운동하도록 작동하는 것을 특징으로 한다. 이로 인해, 별도의 조향장치 없이 수평 및 수직으로 설치되는 직선관로 및 곡선관로와 배관의 단면이 변하는 관로에서 용이하게 이동할 수 있다.



<그림 4-5> 한국등록특허 제0467792호

ㅇ한국공개특허 제2007-0065118호(배관의 내부검사 및 청소용 로봇)

한국공개특허 제2007-0065118호(<그림 4-6>)는 브러시를 자전과 공전시키면서 청소할 수 있도록 개선된 배관의 내부검사 및 청소용 로봇에 관한 것으로, 로봇몸체의 전반부에 설치되어 브러시 장착대를 정역으로 회전시키는 공전장치부와; 브러시 장착대에 장착되어 일단이 메인축으로 굴대 설치되는 한 쌍의 브러시암을 개폐시키는 브러시개폐장치부와 각 브러시암의 선단 하측에 굴대 설치되는 브러시와 각 브러시암의 선단 하측에 굴대 설치되는 브러시를 자전시키는 브러시자전장치와 각 브러시암에서 발생하는 이물질을 흡입하여 수집하고 배출시키는 이물질 수집배출부로 구성되어, 배관의 내부를 CCD카메라로 촬영하여 검사하면서 전개상태를 조절할 수 있도록 된 브러시에 의해 배관의 내부를 검사와 청소를 동시에 실시할 수 있고, 전개상태를 조절할 수 있도록 된 브러시를 공전 및 자전시키면서 청소를 실시하여 검사와 청소를 효율적이고 능률적으로 실시할 수 있으며, 각 공전장치에 의해 공전되는 한 쌍의 브러시에서 어느 하나를 강철브러시로 형성하고 다른 하나를 천 또는 비닐로 형성하여 배관의 내부에서 발생하거나 적층 된 녹이나 이물질을 용이하고 효율적으로 제거함과 동시에 그 표면을 깨끗하게 닦아 주면서 청소하며, 청소하면서 발생하는 녹과 이물질은 진공흡입하여 보관하거나 외부로 배출시킬 수 있다.

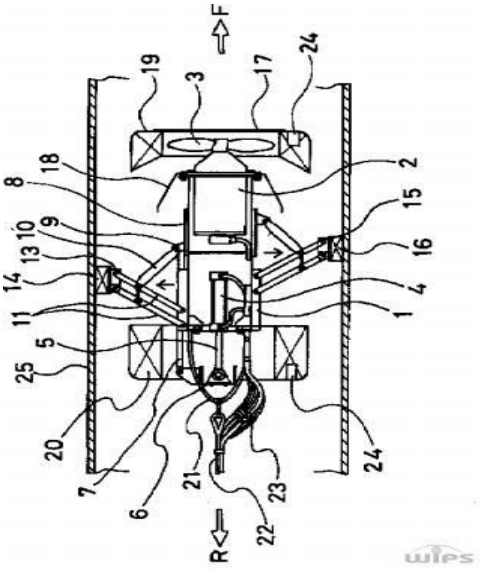


<그림 4-6> 한국 공개특허 제2007-0065118호

ㅇ일본공개특허 제2001-096246호(관로내의 청소 방법 및 장치)

일본공개특허 제2001-096246호(<그림 4-7>)는 취수관의 내벽면에 부착된 생물 등을 제거하는 작업을 인력에 의하지 않고 원격조작에 의한 로봇장치를 이용하여 청소하는 방법에 관한 기술이다. 취수용의 관로내에 청소 장치를 설치하고 그 청

소 장치를 추진 수단에 의하고 관로내의 소정 위치까지 이동시키고, 그 위치에서 청소 장치의 확축 스크레이퍼를 확장하고 관로 내벽에 접합시키면서 이동시켜 관로내를 청소한 방법으로, 취수관 등의 내벽면에 부착된 바다 생물 등의 제거를 인력이 아닌 원격 조정에 의한 로봇 장치를 이용하여 능률 좋고, 안전, 확실하게 행할 수 있다.

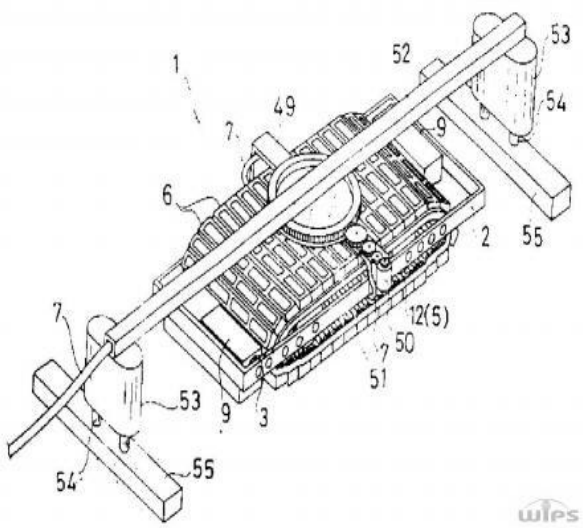


<그림 4-7> 일본 공개특허 제2001-096246호

ㅇ미국특허 제5,366,038호(ROBOT TRAVELING ON WALL FACE)

미국등록특허 제5,366,038호(<그림 4-8>)는 교량 등의 건축물의 벽면 혹은 천장면 등을 주행하는 벽면주행용 로봇에 관한 것이다.

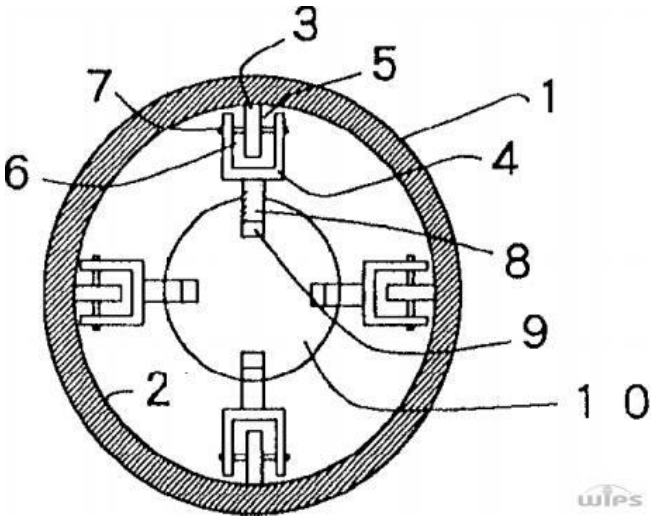
테두리본체의 한쪽끝에 소정의 거리를 두고 서로 마주보도록 설치된 1대의 구동바퀴와 종동바퀴, 테두리본체의 다른 쪽 끝에 전술한 구동바퀴와 종동바퀴의 위치를 역으로 하여 소정의 거리를 두고 서로 마주보도록 설치된 또 1대의 구동바퀴와 종동바퀴와 이들 테두리본체의 한쪽 끝과 다른 쪽 끝에 각각 위치하는 2대의 구동바퀴와 종동바퀴에 감겨서 회전하는 1 개의 회전대와 그 회전대의 외주면에 고정된 복수의 이동흡착반과 그 이동흡착반과 진공발생장치를 접속하는 흡인관과 그 흡인관의 배관도중에 설치되어 전술한 이동흡착반의 벽면에 접할시에 진공발생장치와 접속하여 이반시에 진공발생장치와 절단하는 제어부로 구성되어, 회전대는 양쪽에서의 구동력을 얻을 수 있으므로 보다 확실하게 안전한 주행을 할 수 있으며, 외주면에 이동흡착반을 고정하도록 하였으므로 이동흡착반의 벽면에 접하는 면적을 많이 차지할 수 있고, 그 결과 벽면에 대한 흡착력이 높아지고 많은 작업용 장치를 적재할 수 있는 이점이 있다.



<그림 4-8> 미국등록특허 제5,366,038호

ㅇ 일본공개특허 제1994-066562호 (관내 이동 로봇)

일본공개특허 1994-066562호(<그림 4-9>)는 관내 이동로봇에 관한 기술로서, 차륜의 측면 및 이 차륜의 측면에 대향한 차축 지지틀의 내측면에 각각 축을 중심으로 하고 방사상에 금속 박막으로 된 얇은 종이 상태의 전극을 절연물을 이용하여 설치하고, 상기 차축 지지틀의 전극의 일부에서 정전 용량을 검출한 단자를 설치한 것을 특징으로 하고, 차륜과 차륜의 회전을 검출한 회전 센서와 구동부를 구비한 배관 내 이동 로봇에 관한 기술로, 차륜을 구동한 구동 전극과 센서 전극을 일체화한 고정밀의 이동거리의 검출이 가능하고, 미소한 관내에서도 적용 가능한 관내 이동 로봇을 얻는다.



<그림 4-9> 일본공개특허 제1994-066562호

② 평가대상기술 제2008-0062808호 관련 선행기술

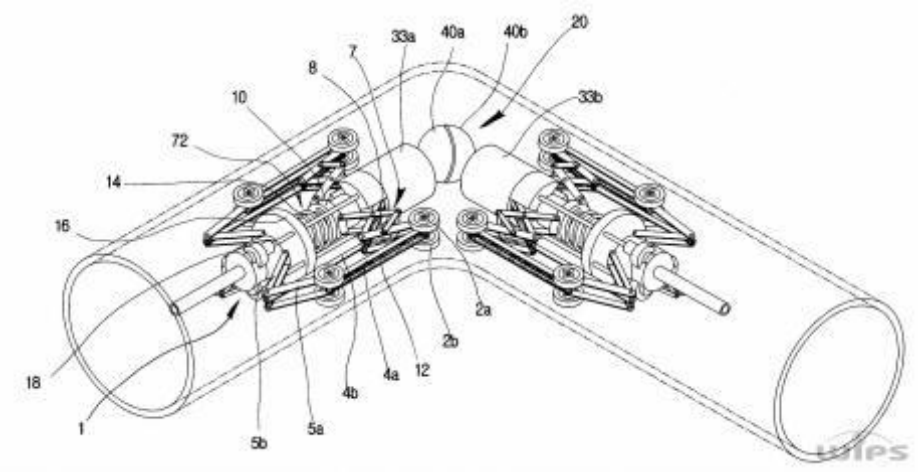
특허 출원번호 10-2008-0062808(듀얼 배관탐사 로봇)에 관한 선행기술조사 결과를 <표 4-4>에 나타내었다.

<표 4-4> 선행기술조사 리스트

번호	국가	공개번호/등록번호	명칭	관련도
1	한국	2000-0073460	배관의 내부 검사용 이동 로봇 및 로봇 조향장치	Y
2	일본	1993-319259	관내 주행 로봇	A
3	미국	2004-0099175	ROBOT VEHICLE ADAPTED TO OPERATE IN PIPELINES AND OTHER NARROW PASSAGES	A
4	한국	0467,792	배관 내부 검사용 이동 로봇	A
관련도 A: 본 발명과 관련성은 있지만 진보성 판단에는 영향을 주지 않는 일반 문헌 Y: 본 발명의 진보성 판단에 영향을 줄 수 있는 문헌				

ㅇ한국공개특허 제2000-0073460호(배관의 내부 검사용 이동 로봇 및 로봇 조향장치)

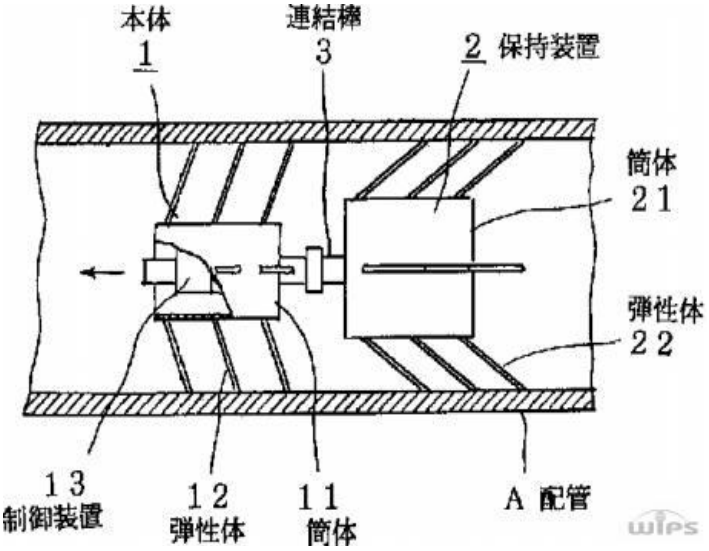
한국공개특허 제2000-0073460호(<그림 4-10>)는 배관의 내부 검사용 이동 로봇 및 로봇 조향장치에 관한 것으로서, 몸체와, 몸체의 외주경에 길이방향으로 이동휠을 갖는 팬터그라프형 링크와, 상기 이동휠을 회전시키기 위한 동력전달벨트를 가지며, 상기 동력전달벨트에 동력을 부여하는 기어에 맞물려 회전되는 워엄기어를 갖는 전후진구동부와, 상기 팬터그라프형 링크를 승하강시키도록 직선왕복운동이 가능하며, 상승시 팬터그라프형 링크에 일정한 탄성력을 부여하도록 형성된 슬라이딩편, 스프링 및 이동조절판이 일체로 이동되는 승하강장치와, 상기 이동조절판을 이동시키도록 기어를 갖는 회전이동나사가 관통되게 설치되며 상기 회전이동나사의 기어와 맞물려 회전되도록 기어를 갖는 이동조절판구동부로 이루어져 있다. 또, 상기 이동로봇의 이동방향을 변경할 수 있는 조향장치를 갖도록 구성되어 있으며, 지중 및 지상에 배관되어 있는 파이프들의 내부를 원활하게 주행하면서 설비의 안전성을 검사할 수 있을 뿐만 아니라, 수직관, 곡관, 가지관 등과 같은 어떠한 형태의 배관의 구경에도 구애받지 않고 이동 시킬 수 있는 특징이 있다.



<그림 4-10> 한국공개특허 제2000-0073460호

ㅇ 일본공개특허 제1993-319259호(관내 주행 로봇, 1993년 12월 3일 공개)

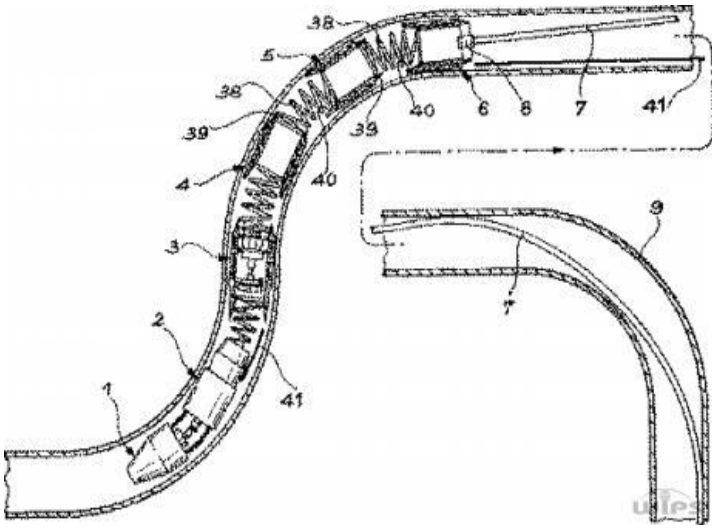
일본공개특허 제1993-319259호(<그림 4-11>)는 배관 내의 점검, 보수 등에 사용되고 소형화가 가능한 자주식 로봇에 관한 기술로서, 지름 방향에 수축 확대한 통체와, 상기 통체의 외주면에 역행 경사 방향에 식설한 다수의 탄성체를 구비한 본체와, 상기 통체의 수축시에 본체 위치의 후퇴를 저지한 지지 장치를 설치하고, 통체의 수축에 의하고 탄성체 선단이 관내면과의 접촉 위치를 이동시킬 수 있는 관내 주행 로봇으로, 구조가 간단하고, 배관내면의 요철도 통과할 수 있는 효과가 있다.



<그림 4-11> 일본공개특허 제1993-319259호

ㅇ미국공개특허 제2004-0099175호(ROBOT VEHICLE ADAPTED TO OPERATE IN PIPELINES AND OTHER NARROW PASSAGES)

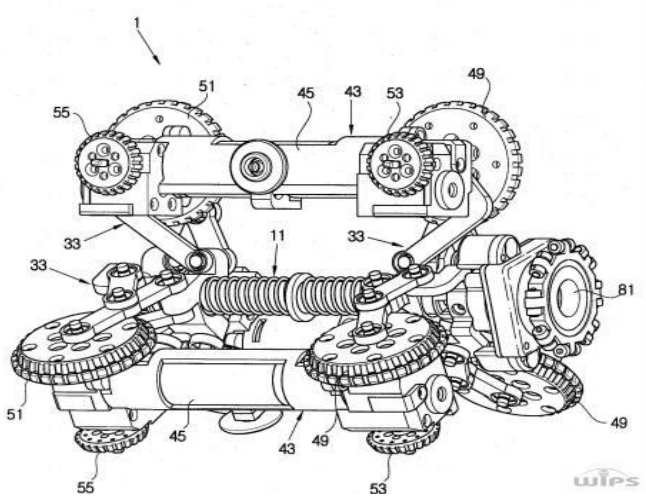
미국공개특허 제2004-0099175호(<그림 4-12>)는 파이프 또는 협경로에서의 동작에 적합한 이동로봇으로서, 유연한 연결부에 의해 접속한 모듈의 열으로 되는 파이프 또는 그 밖에 협경로내를 자유롭게 슬라이드하는 로봇에서 배열을 고정하기 위해 모듈을 서로 고정하는 수단을 구비하여, 파이프의 굴곡에 맞추어 열의 만곡을 가능하게 하는 스프링을 구비하는 기술이다.



<그림 4-12> 미국공개특허 제2004-0099175호

ㅇ한국등록특허 제0467792호(배관 내부 검사용 이동 로봇)

한국등록특허 제0467792호(<그림 4-13>)는 배관의 내부 검사용 이동 로봇에 관한 기술로, 몸체와 동력을 발생하는 구동모터와 동일 평면상에 소정 이격 배치되는 전륜 및 후륜을 가지며 이동 경로를 따라 회전운동을 하는 주바퀴와, 상기 구동모터를 사이에 두고 상기 전륜 및 후륜에 대향 배치되는 전륜보조휠 및 후륜보조휠과, 상기 구동모터의 동력을 상기 주바퀴로 전달하는 동력전달장치를 가지며, 상기 몸체를 사이에 두고 상기 몸체의 축선에 대해 소정의 각도를 이루며 상호 배치되는 복수의 구동부와; 상기 몸체와 상기 각 구동부 사이에 마련되어 상기 몸체와 상기 각 구동부를 연결하는 복수의 링크부를 포함하고; 상기 몸체가 곡선관로를 따라 이동할 때 상기 복수의 구동부는 상기 주바퀴가 상호 상이한 속도로 회전운동하도록 작동하는 것을 특징으로 한다. 이로 인해, 별도의 조향장치 없이 수평 및 수직으로 설치되는 직선관로 및 곡선관로와 배관의 단면이 변하는 관로에서 용이하게 이동할 수 있다.



<그림 4-13> 한국등록특허 제0467792호

다. 선행기술 분석결과

(1) 평가대상기술의 안정성

① 한국출원특허 제2008-0062785호의 배관탐사로봇과 선행기술의 관련성

평가대상특허 제2008-0062785호는 몸체의 둘레방향을 따라 소정 각도 간격으로 서로 이격되게 설치되는 것으로서, 몸체에 접근되는 제1위치 및 몸체로부터 이격되는 제2위치 사이에서 위치변경이 가능하게 몸체에 결합되는 본체부와 본체부에 회전가능하게 설치되는 복수의 구동륜 및 구동륜에 연결되어 구동력을 제공하는 모터를 포함하여 이루어진 구동유닛과, 구동유닛과 몸체를 연결하며 구동유닛이 제2위치로 이동되도록 가압하는 복수의 링크부를 주요 구성요소로 하여 배관 내에서 수평방향에서의 수직 상방 및 수직 하방으로의 원활한 이동이 가능한 특징이 있다.

한국공개특허 제2000-0073460호는 몸체의 외주경에 길이방향으로 이동홀을 갖는 팬터그라프형 링크, 상승시 팬터그라프형 링크에 일정한 탄성력을 부여하도록 형성된 슬라이딩편, 스프링 및 이동조절판이 일체로 이동되는 승하강장치, 상기 이동조절판을 이동시키도록 기어를 갖는 회전이동나사가 관통되게 설치되며 상기 회전이동나사의 기어와 맞물려 회전되도록 기어를 갖는 이동조절판구동부 등으로 이루어진 기술로 배관의 구경 또는 위치에 구애받지 않고 이동시킬 수 있는 특징이 있다.
평가대상특허 제2008-0062785호의 복수의 구동유닛과, 상기 구동유닛을 가압하는

복수의 링크부가 상기 한국공개특허 제2000-0073460호의 팬터그라프형 링크 및 이동휠과 다소 달라 신규성은 인정이 되나, 그 효과 및 구동방식은 유사하다고 판단되어 평가대상특허 제2008-0062785의 독립항인 청구 1항은 진보성이 부인될 가능성이 있다. 그러나 평가대상기술 제2008-0062785의 종속항은 특허성이 있는 것으로 판단된다.

한국공개특허 제2007-0027430호는 이동로봇의 중심축, 중심축 외부둘레에 등간격으로 완충장치를 통해 설치되는 복수의 바퀴로 이루어진 배관 내부 진단용 마이크로 로봇에 관한 기술로, 배관 내부를 원활히 주행하면서 관 내부의 진단과 세척 및 갱생을 수행할 수 있는 특징이 있다.
평가대상특허 제2008-0062785호의 복수의 구동륜과 상기 한국공개특허 제2007-0027430호의 복수의 바퀴 구성요소가 유사하나, 한국공개특허 제2007-0027430호는 제1위치와 제2위치 사이에서 링크를 통해 구동륜의 위치를 변경하는 구성요소는 구비하고 있지 않아 신규성 및 진보성이 있는 것으로 판단된다.

한국등록특허 제0467792호는 전륜 및 후륜을 가지며 이동 경로를 따라 회전운동을 하는 주바퀴와 상기 구동모터를 사이에 두고 상기 전륜 및 후륜에 대향 배치되는 전륜보조휠 및 후륜보조휠, 동력전달장치, 복수의 구동부, 각 구동부를 연결하는 복수의 링크부를 포함하는 기술로, 주바퀴가 상호 상이한 속도로 회전 운동하도록 작동하여 별도의 조향장치 없이 수평 및 수직으로 설치되는 직선관로 및 곡선관로에서 용이하게 이동할 수 있는 특징이 있다.
평가대상특허 제2008-0062785호의 구성요소를 한국등록특허 제0467792호는 구비하고 있으나, 구동륜을 제1위치와 제2위치 사이에서 변경시키는 링크 구성요소가 상이하여, 진보성 및 신규성이 있는 것으로 판단된다.

한국공개특허 제2007-0065118호는 브러시장착대를 정역으로 회전시키는 공전장치부, 한쌍의 브러시암을 개폐시키는 브러시 개폐장치부와 각 브러시암의 선단 하측에 굴대 설치되는 브러시를 자전시키는 브러시자전장치 등으로 구성되어, 브러시를 자전과 공전시키면서 청소할 수 있는 특징이 있다.
한국공개특허 제2007-0065118호의 브러시관련 구성요소가 평가대상특허 제2008-0062785호에는 없어 신규성이 있는 것으로 보이며, 상기 한국공개특허의 링크부가 평가대상특허 제2008-0062785호의 링크부와는 형태 및 효과면에서 상이하여 진보성 또한 있는 것으로 보인다.

일본공개특허 제2001-096246호는 청소 장치, 확축 스크레이퍼 등을 구비하여 바다생물 등의 제거를 할 수 있는 특징이 있다.

일본공개특허 제2001-096246호의 확축 스크레이퍼는 평가대상특허 제2008-0062785호의 구동륜과는 매우 다른 형태 및 효과를 가지며, 평가대상특허 제2008-0062785호의 링크부 구성요소도 없어, 진보성 및 신규성이 있는 것으로 판단된다.

미국특허 제5,366,038호는 1대의 구동바퀴와 종동바퀴, 회전대, 이동흡착반, 진공발생장치, 제어부 등을 구비하여 교량 같은 건축물의 벽면 혹은 천장면 등을 주행할 수 있는 특징이 있다.
미국특허 제5,366,038호는 평가대상특허 제2008-0062785호의 링크부를 구비하고 있지 않으며, 구동륜 또한 1개이고, 파이프 내부용이 아니다. 따라서 평가대상특허 제2008-0062785호는 진보성 및 신규성이 있는 것으로 판단된다.

일본공개특허 제1994-066562호는 차축 지지틀의 전극의 일부에서 정전 용량을 검출하는 단자를 설치하고, 회전 센서, 차륜, 구동부를 구비한 기술로, 고정밀의 이동 거리의 검출이 가능하고 미소 관내에서도 적용이 가능한 특징이 있다.
일본공개특허 제1994-066562호에는 평가대상특허 제2008-0062785호의 링크부와 대비되는 구성요소가 없어, 평가대상특허 제2008-0062785호는 신규성 및 진보성이 있는 것으로 판단된다.

② 평가대상기술 제2008-0062808호의 듀얼 배관 탐사로봇과 선행기술의 관련성

평가대상기술 제2008-0062808호는 몸체의 둘레방향을 따라 소정 각도 간격으로 서로 이격되게 배치되며, 몸체에 접근되는 제1위치 및 몸체로부터 이격되는 제2위치 사이에서 위치변경 가능하게 몸체에 결합되는 본체부와 본체부에 회전가능하게 설치되는 복수의 구동륜을 포함하는 복수의 구동유닛 및 각 구동유닛과 몸체를 연결하며, 구동유닛이 제2위치로 이동되도록 가압하는 복수의 링크부를 포함하여 이루어지는 제1로봇과 제2로봇 및 제2로봇의 구동력을 제1로봇에 전달하도록 제1로봇과 제2로봇을 상호 연결하는 동력전달부재를 구비하며, 제1로봇에는 탐사대상이 되는 배관 내부를 촬영하도록 몸체에 부착되는 카메라를 더 구비하는 것에 특징이 있다.

한국공개특허 제2000-0073460호는 몸체의 외주경에 길이방향으로 이동휠을 갖는 팬터크라프형 링크, 상승시 팬터그라프형 링크에 일정한 탄성력을 부여하도록 형성된 슬라이딩편, 스프링 및 이동조절판이 일체로 이동되는 승하강장치, 상기 이동조절판을 이동시키도록 기어를 갖는 회전이동나사가 관통되게 설치되며 상기 회전이동나사의 기어와 맞물려 회전되도록 기어를 갖는 이동조절판구동부 등으로 이루어진 기술로 배관의 구경 또는 위치에 구애받지 않고 이동시킬 수 있는 특징

이 있다.
평가대상기술 제2008-0062808호의 복수의 구동유닛과, 상기 구동유닛을 가압하는 복수의 링크부가 한국공개특허 제2000-0073460호의 팬터그라프형 링크 및 이동휠과 다소 다르나, 그 효과 및 구동방식은 유사하며, 상기 한국공개특허의 고정부착부, 유니버셜 조인트, 회전반구의 구성요소로 제2로봇과 연결시키는 요소를 구비하고 있어, 평가대상특허 제2008-0062808호의 청구범위 1항은 신규성은 있으나 진보성이 부인될 가능성이 있는 것으로 판단된다. 그러나 평가대상특허 제2008-0062808호의 종속항 부분은 신규성 및 진보성이 있는 것으로 보인다.

미국공개특허 제2004-0099175호는 로봇에서 배열을 고정하기 위해 모듈을 서로 고정하는 수단을 구비하여, 파이프의 굴곡에 맞추어 열의 만곡을 가능하게 하는 스프링을 구비하는 기술이다.
미국공개특허 제2004-0099175호는 평가대상특허의 제1로봇의 구성요소 중 링크부, 복수의 구동륜 등의 구성요소가 없으며, 동력전달부재 역시 언급되어 있지 않아, 평가대상특허 제2008-0062808호는 진보성 및 신규성이 있는 것으로 판단된다.

한국등록특허 제0467792호는 전륜 및 후륜을 가지며 이동 경로를 따라 회전운도을 하는 주바퀴와 상기 구동모터를 사이에 두고 상기 전륜 및 후륜에 대향 배치되는 전륜보조휠 및 후륜보조휠, 동력전달장치, 복수의 구동부, 각 구동부를 연결하는 복수의 링크부를 포함하는 기술로, 주바퀴가 상호 상이한 속도로 회전 운동하도록 작동하여 별도의 조향장치 없이 수평 및 수직으로 설치되는 직선관로 및 곡선관로에서 용이하게 이동할 수 있는 특징이 있다.
평가대상특허 제2008-0062808호의 구성요소를 한국등록특허 제0467792호는 구비하고 있으나, 구동륜을 제1위치와 제2위치 사이에서 변경시키는 링크 구성요소가 상이하며, 제1로봇과 제2로봇의 동력전달부재 구성요소도 없어, 평가대상특허 제2008-0062808호는 진보성 및 신규성이 있는 것으로 판단된다.

(2) 평가대상기술의 보호강도

평가대상기술 특허출원 제2008-0062785호 및 제2008-0062808호는 아직 특허공개 전이므로 특허권리가 확보되지 않은 상태이나, 상기에서 언급한 바와 같이 권리범위를 넓게 하지 않는 것이 등록 가능성을 제고하고, 안정적인 권리유지에 있어서 유리하다고 판단된다. 아울러 본 기술 분야의 특허가 타 기술에 비하여 적은 것으로 조사되었으므로, 향후 평가대상기술을 등록하고 실시함에 있어서, 다른 선행기술 권리와의 충돌(저촉) 문제가 발생될 가능성은 비교적 낮다고 판단된다.

라. 권리성 분석 결과

평가대상기술 특허출원 제2008-0062785호 및 제2008-0062808호는 관로의 내면과 충분한 접촉면적을 확보하여 안정적으로 지지될 뿐만 아니라, 수직방향으로의 경로변경이 용이하도록 하는 것이다. 둘째로 카메라와 각종 센서를 이용하여 관로 내부의 상태정보를 획득하여 적절한 조치를 취할 수 있도록 도움을 주어야 한다. 여기서 상태라는 것은 관로의 손상 여부 및 위치, 퇴적물 유무 등을 의미한다.

철배관 탐사로봇은 몸체, 탐사 대상이 되는 배관 내부를 촬영하도록 상기 몸체에 부착되는 카메라, 몸체의 둘레방향을 따라 소정 각도 간격으로 서로 이격되게 설치되는 것으로서 몸체에 접근되는 제1위치 및 몸체로부터 이격되는 제2위치 사이에서 위치변경 가능하게 몸체에 결합되는 본체부와 본체부에 회전가능하게 설치되는 복수의 구동륜 및 구동륜에 연결되어 구동력을 제공하는 모터를 포함하여 이루어진 복수의 구동유닛 및 각 구동유닛과 몸체를 연결하며, 구동유닛이 제2위치로 이동되도록 가압하는 복수의 링크부를 구비하며, 복수의 구동유닛은 상호 독립적으로 제1위치와 제2위치 사이에서 위치 변경되는 점에 기술적 특징이 있다.

평가대상기술이 대상으로 하는 배관 탐사로봇 기술을 살펴보면, 전체적으로 특허출원 활동이 미진하였으며, 한국은 1990년대부터 10건 내외의 꾸준한 출원 건수를 나타내어 현재까지 이어져오고 있으며, 총 134건으로 한국, 일본, 미국, 유럽 전체 출원 건수의 18%를 차지한다. 일본은 90년대 초에 급격한 출원증가를 보이다가 현재까지 계속 감소 중이며, 출원건수가 435건으로 전체 58%를 나타내 가장 많이 파이프와 관련된 로봇기술에 대해 출원한 것으로 나타났다. 미국은 한국과 매우 유사하며, 매년 10건 내외의 출원을 보이고 있으며, 출원건수도 124건으로 전체의 17%를 차지하고 있다. 유럽특허는 90년대 지속적인 출원을 보이다 2000년대에는 매년 1~2건의 출원건수를 보이고, 총 52건으로 전체 7%를 차지하고 있다.

최근 관로 검사 시스템은 제한적인 관 내부에서의 운동성, 검사 시스템과의 장거리 통신, 사용자 중심의 운영환경 등 여러 가지 문제점을 동시에 해결해야 하는 기술 집약적인 연구 분야이다. 특히, 건축물의 관로설비의 경우에도 유지관리 측면에서 관로 내부 상태 정보 획득이 어려운 문제점이 있다. 탐사로봇이 이러한 다양한 상황에서 관로의 내면과 최대한 접촉하며 이동하기 위해서는 각각의 바퀴가 독립적인 링크 구조를 갖도록 하는 방향으로 기술이 개발되는 특징을 보이는 것으로 조사되었다. 또한 선행기술을 조사한 결과 평가대상기술은 매우 유사한 선행기술은 조사되지 않았으며, 향후 출원 시에 선행 문헌들을 참고하여 권리 범위를 설정한다면, 안정적인 권리유지와 권리행사가 용이할 것으로 판단된다.

5. 시장성

시장성 종합의견

- 도시화의 진행에 따라 도심의 기반시설인 상.하수도관, 통신구관, 전력구관, 가스관 등 수많은 관로가 지하에 매설되고 있다. 지하의 기반시설들은 법률에 의해 관로의 이상 유무를 조사하고 파손 부위를 보수 하는 것이 필수적이다. 이에 따라 하수관 막힘, 파손, 상수도관 누수나 파열, 가스관 누설, 전력구관 및 통신구관의 파손 등에 대비한 정기적인 검사 시장이 크게 성장하고 있으며, 향후 성장을 예상할 수 있다(15년 주기로 검사, 보수 및 교체를 의무화 하는 행정이나 법적인 규정에 따라 시장 성장이 예상된다).
- 지하 관로를 조사하고 보수하기 위한 작업환경은 관로 형태의 변경, 악취, 퇴적물, 유해가스, 밀폐공간에 의한 질식의 위험성이 도사리고 있으며, 소구경 관로의 경우 사람의 접근이 불가능 하다. 따라서 일본, 유럽 등 선진국에서는 원격 제어에 의하여 관로를 조사하고 보수하는 로봇에 대한 연구 개발이 이루어져 왔으며, 많은 제품들이 현장에 활용되고 있지만 대구경(200mm이상)에 국한 되어 있다. 국내에서는 일부 중·소기업들에 의하여 제품 개발이 이루어지고 있으나, 수입품에 비하여 품질, 기능 면에서 다소 뒤쳐져 있다. 평가대상 회사의 제품이 출시되면 소구경 및 T형 관로 등의 검사 시장을 선점 할 수 있을 것으로 보인다.
- 본 기술에 의한 관로 탐사 시스템은 독립적인 제어모듈을 탑재하고, 자율적인 관로 내부 주행이 가능하다. 특히, 100mm 소구경 관로와 T자형 관로 내부에서 자율적인 방향전환과 주행이 가능한 기술적 우수성으로 인하여 시장의 요구에 능동적으로 대처 할 수 있으며, 향후 기술적 우위성으로 시장 선점과 확대에 기여 할 것으로 예상된다.
- 국내 서비스 로봇 시장규모는 2010년도 8천만달러(약 960억원)에서 2015년 2억 8천만달러(약 3,360억원)까지 성장할 것으로 전망되었다. 동 기간 서비스 로봇시장의 일부인 국내 탐사로봇 시장은 1,600백만달러(약 192억원)에서 9,700만달러(약 1,164억원)까지 성장할 것으로 전망되었다.
- 국내 상하수도관의 노후화로 인한 관로 검사시장의 확대로 시장진입이 용이할 것으로 예상되며, 가스관이나 배수관과 같은 관로 내부 탐사뿐만 아니라 핵발전소와 같은 위험한 환경, 군사용 정찰 시스템과 같은 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 예상된다. 또한, 건설 및 건축 측면에서 건물의 각종 배관들을 검사하는 “상태확인 검사” 시장과 사용자에 의한 정기적인 “유지관리 검사” 시장으로 확대 발전할 것으로 예상된다.

가. 시장개요

로봇산업의 패러다임이 변하고 있다. 지금까지는 자동차나 전자제품 등의 생산라인에서 단순반복 작업을 수행하는 산업용 로봇이 주가 되어 왔으나, 최근 IT, NT 등의 기반기술의 진보와 함께 시스템 통합기술의 발전에 힘입어 인간의 실생활과 직접 관련된 지능형 로봇 개발이 가속화되고 있다.

지능형 로봇의 한 종류인 극한작업 로봇(탐사로봇)의 응용분야 중 최근 특히 부각되는 분야는 지진 등으로 무너진 건물 잔해 속으로 들어가 생존자를 탐색하거나, 좁은 배관내부나 원자력 또는 화학 플랜트의 배관을 검사하는 것 등이 있다.

1995년의 한신 대지진과 지난 10월 니가타현 지진에 의한 대규모 건물붕괴사고를 경험한 일본에서는 이미 이러한 로봇개발이 활발히 진행되고 있으며, 우리나라도 한국원자력연구소 등을 중심으로 관련 연구가 한창이다.

관로 검사용 탐사로봇은 자율주행기술, 환경인식기술, 자기위치인식기술, 실시간 통신기술, 정밀센서기술 및 고성능 배터리 등을 핵심기술로 하는 기계·전자·통신·제어 분야 기술의 복합체로서 다른 산업에 미치는 파급효과가 매우 크다.

현재 활용 되고 있는 극한환경에서의 탐사 로봇은 협소구역 탐사로봇, 배관 검사로봇, 하수도 검사로봇 및 원자로 내부 검사로봇 등이 있으며, 우리나라는 배관 검사로봇, 원자로 내부 검사로봇 및 하수도 검사로봇 기술을 보유하고 있다. 특히 평가대상회사에서 개발한 배관 검사로봇은 자유도 조향 메커니즘을 이용하여 직경이 일정치 않은 관과 분기되는 관 특히, 수평이 아닌 수직관에서의 자유로운 이동과 조향이 가능한 기술로 평가받고 있다.

특허청에 따르면, 2002년 이후 약 1,000건의 로봇 특허출원 중 극한작업 로봇 관련 특허출원은 20건 정도로 꾸준히 출원되고 있다.
적용분야별 시장으로는 1999년까지는 하수도 내부와 같은 비교적 넓은 공간 검사용 로봇에 관한 출원이 주류를 이루었으나, 2000년 이후는 협소구역, 배관과 같은 좁은 공간 검사용 로봇 관련 출원의 비중이 커지고 있다.

극한작업 로봇의 세계 시장규모는 현재 약 12억불에 불과하지만, 이 분야의 기술이 더욱 성숙되고 또한 극한작업 로봇이 본격적으로 현장에 투입될 2025년에는 약 220억불 규모로 급성장할 것이 예상되므로 산•학•연 협력을 통하여 극한작업 로봇기술을 적극적으로 개발하여 일본이 장악하고 있는 세계 로봇시장에서 한

국의 입지를 강화시킬 필요가 있다.

(1) 시장 현황

도시화의 진행에 따라 도심의 기반시설인 상.하수도관, 통신구관, 전력구관, 가스관 등 수많은 관로가 지하에 매설 되어있다. 지하의 기반시설들은 도심 생활의 필수적인 요소로서, 쾌적하고 안전한 생활을 유지하기 위하여 관로의 이상 유무를 조사하고 파손 부위를 보수 하는 것이 필수적이다. 이들 지하 관로의 유지 관리를 소홀히 할 경우 다음과 같은 피해가 발생 할 수 있다.

- 하수관 막힘, 파손: 지반 침하, 토양오염, 하수의 역류에 의한 침수 피해
- 상수도관 파손, 누수: 오염물 혼입, 지반침하, 누수율 증가에 따른 수자원 고갈
- 가스관 누설, 파손: 가스관 폭발
- 전력구관 및 통신구관 파손: 전력공급 차질, 통신장애 등으로 인한 경제손실

이 지하 관로를 조사하고 보수하기 위한 작업환경은 악취, 유해가스, 밀폐공간에 의한 질식의 위험성이 도사리고 있으며, 소구경 관로의 경우 사람의 접근이 불가능 하다. 따라서 일본, 유럽 등 선진국 에서는 원격 제어에 의하여 관로를 조사하고 보수하는 로봇에 대한 연구 개발이 이루어져 왔으며, 많은 제품들이 현장에서 활용되고 있다. 국내에서는 일부 중·소기업들에 의하여 제품이 개발되고 있으나 수입품에 비하여 품질, 기능 측면에서 다소 뒤쳐져 있다.

최근에는 우리나라의 사회구조가 선진국형으로 변화되면서 3D 업종 기피현상이 점점 심화되면서 위험한 작업에 대한 안전성 보장욕구가 매우 커질 전망이다. 위험한 작업환경에서 작업자를 보호하고, 지하관로를 효율적으로 조사, 보수하기 위하여 본격적으로 관로를 조사하고 보수하는 로봇의 개발이 이루어져야 한다. 이러한 관로조사 및 보수 로봇의 경우 도심의 지하 인프라 시설물의 유지보수에 필수적인 장비임에 불구하고, 국내에서는 제대로 개발되거나 적용된 사례가 없으며, 일부 로봇은 도입 또는 주문 제작되어 적용되어왔다. 동 기술은 공공성이 강하고, 수입에 의존하고 있는 국내 산업 활성화를 위하여 정부 차원의 지원이 필요한 분야로 분류할 수 있다.

(2) 시장의 세부구분 및 목표시장

(가) 상하수관 시장

2007년 12월말 현재 총 정수장 시설용량은 28,455천㎥/일로서 지방상수도 정수장 시설용량이 21,691천㎥/일이며, 광역상수도 정수장 시설용량이 6,764천㎥/일이다.

2007년 우리나라 *수도관 총연장은 143,883Km*이며(<표 5-1>), 이중 도수관(취수시설→정수장)이 2,965Km로 2.1%, 송수관(정수시설→배수구역)은 9,673Km로 6.7%, 배수관(배수지→배수펌프)은 70,437Km로 48.9%, 급수관(배수관→가정 등 일반수용가)은 60,808Km로 42.3%를 차지한다(<표 5-2>). 수도관 총연장의 증가 사유는 신도시 건설 등 대규모사업으로 인한 신규 수도관 설치와 농어촌 상수도 보급사업의 추진으로 인한 수도관 신규 설치에 따라 증가한데서 기인하였다.

<표 5-1> 우리나라 수도관 보급 현황(2007년 환경부)

구 분	2004	2005	2006	2007
지방상수도(km)	127,027	129,844	134,706	139,435
광역상수도(km)	3,561	3,593	3,772	4,448
합 계(km)	130,588	133,437	138,478	143,883

<표 5-2> 수도관 연장 현황(2007년 환경부)

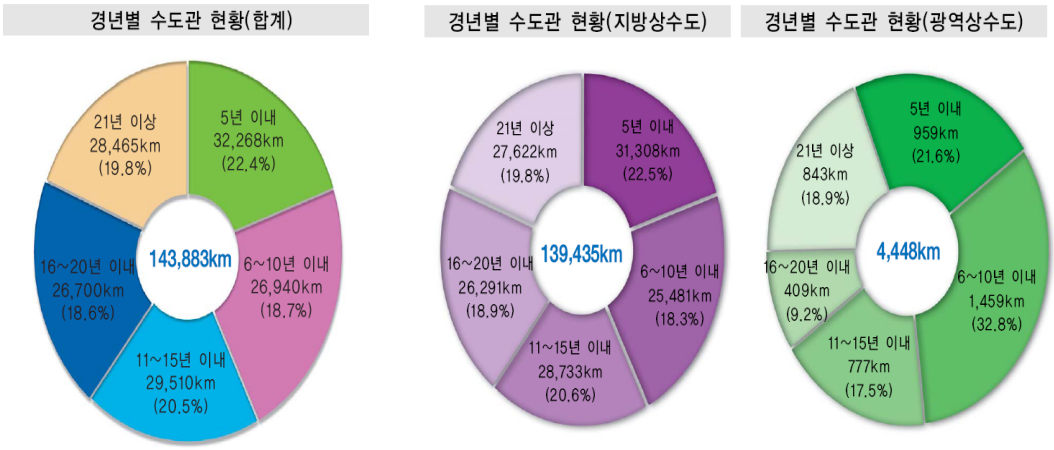
수도관총연장		지방상수도 수도관 연장		광역상수도 수도관 연장	
구 분	연 장	구 분	연 장	구 분	연 장
도수관(Km)	2,965	도수관(Km)	1,604	도수관(Km)	1,361
송수관(Km)	9,673	송수관(Km)	6,586	송수관(Km)	3,087
배수관(Km)	70,437	배수관(Km)	70,437	배수관(Km)	–
급수관(Km)	60,808	급수관(Km)	60,808	급수관(Km)	
합 계(Km)	143,883	합 계(Km)	139,435	합 계(Km)	4,448

수도관 총연장 중에 설치 후 21년 이상 경과된 관은 28,465Km(19.8%)이며, 16~20년 사이는 26,700(18.6%), 11년~15년 사이는 29,510Km(20.5%), 6~10년 사이는 26,940(18.7%), 5년 이내는 32,268Km(22.4%)로 구성되어 있다(<표 5-3> 참조). 21년 이상 노후관 비율은 일본(8.9%), 싱가포르(6.4%), 파리(9.6%) 등의 선진 외국에 비해 높을 뿐만 아니라, 이로 인한 수돗물 생산비용 증가와 녹물 발생 등의 각종 민원이 제기되고 있다.

기존에는 경과년도에만 의존하여 분류된 노후관을 대상으로 획일적인 교체가 이루어 졌으나, 관체의 진단을 통해 대상 관로(<표 5-4> 참조)에 합당한 교체, 갱생, 세척 등과 같은 보수공법을 결정하는 관로 개량사업이 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 진단 후 개량을 통해 약 50%의 비용절감 효과를 얻을 수 있다. 또한, 수도법 제 74조를 보면 "수도사업자는 수도시설의 관리 상태를 점검하기 위하여

5년마다 환경부령이 정하는 바에 따라 정수장, 상수도관망 등 당해 수도시설에 대한 기술진단을 실시하고 그 결과를 반영한 시설개선계획을 수립하여 시행하여야 한다"라고 고시하고 있다.

<표 5-3> 경년별 수도관 현황(2007년 환경부)



<표 5-4> 상수도 관종별 현황(2007년 환경부)

상수도 관종별 수도관 현황

구 분	총연장	에나멜코팅 도복장강관	엑상에폭시 도복장강관	주철관	덕타일 주철관	PVC관
총연장(Km)	143,883 (100%)	8,909 (6.2%)	4,109 (2.9%)	14,035 (9.8%)	36,303 (25.2%)	10,916 (7.6%)
지방상수도(Km)	139,435 (100%)	8,249 (5.9%)	2,162 (1.6%)	14,001 (10.0%)	34,769 (24.9%)	10,916 (7.8%)
광역상수도(Km)	4,448 (100%)	660 (14.8%)	1,947 (43.8%)	34 (0.8%)	1,533 (34.5%)	-

구 분	PE관	흄관	HI-3P	아연도강관	동 관	스테인레스관	기 타
총연장(Km)	18,003 (12.5%)	101 (0.1%)	8,519 (5.9%)	1,832 (1.3%)	399 (0.3%)	19,949 (13.9%)	20,809 (14.5%)
지방상수도(Km)	17,993 (12.9%)	20 (0.0%)	8,519 (6.1%)	1,832 (1.3%)	399 (0.3%)	19,949 (14.3%)	20,626 (14.8%)
광역상수도(Km)	10 (0.2%)	80 (1.8%)	-	-	-	-	183 (4.1%)

경제적인 면에서 보면 누수로 인한 귀중한 정수자원의 손실은 연간 약 893백만 톤에 달하여, 톤당 434.2원의 생산 원가를 적용하면 연간 약 3,800억원의 손실을 야기하고 있으며, 누수발생 요인은 관 노후에 의한 원인이 73%로서 대부분을 차지하고 있다.

또한, **하수관**의 개보수 사업도 매년 크게 증가 하고 있다. 노후로 인한 교체 대상 관로에 대한 적절한 비파괴 검사방법을 개발하여 관로에 대한 노화 상태를 평가한 후, 이를 바탕으로 관로의 갱생 및 교체 여부를 보다 효과적으로 결정하여 노후관망 개량사업을 수행할 수 있고, 모델의 신뢰도를 향상시키는 부차적인 성과도 얻을 수 있을 것이다.
그리고 제도적인 뒷받침 하에 정기적으로 매설 상하수도 관로에 대하여 구간별 평가를 수행하여 데이터베이스를 구축하고, 필요 구간에 대하여 직접 검사를 수행하여 관로의 보수 및 교체시기를 제시할 수 있는 로봇이 시급히 개발되어야 한다. 이는 상하수관 망 관리의 효율을 향상시킬 수 있는 경제적이고 신뢰할 수 있는 방법이 될 것이며, 아울러 급/배수관의 손상 및 파단에 의한 누수와 단수 사고를 미연에 방지하여 수돗물에 대한 국민들의 신뢰를 배가시킬 수 있는 방법이 될 것이다.

2007년말 현재 하수관거 설치연장은 96,280km로 하수도정비기본계획상의 계획연장 130,774km의 73.6%이며, 이중 우수와 오수를 동시에 배제하는 합류식 관거는 49,636km(51.6%), 우수와 오수를 분리하여 배제하는 분류식은 46,643km(48.4%)이다(<표 5-5>). 시·도별 관거 보급률은 서울특별시(100%)와 대전광역시(91.6%)가 가장 높게 나타났으며, 충청남도(57.5%), 전라북도(60.2%) 및 전라남도(63.5%)는 비교적 낮은 수준인 것으로 나타났다. 2007년도 시·도별 하수관 개보수 현황은 <표 5-6>에 나타내었으며, 전체 **개보수 하수관의 길이는 1,167km**에 달하고 있다.

<표 5-5> 2007년 우리나라 하수관거 보급현황(2007년 환경부)

하수관거 보급현황

(단위 : km)

구 분		'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
계획연장		103,280	107,623	112,567	116,141	119,521	120,814	125,709	127,980	130,774
시설 연장	총 계	64,741	68,195	71,839	75,859	78,605	82,214	85,755	91,098	96,280
	합류식	41,437	42,878	44,534	45,680	46,167	47,255	48,257	48,966	49,636
	분류식	23,304	25,317	27,305	30,179	32,438	34,959	37,498	42,132	46,643
하수관거 보급률(%)		62.7	63.4	63.8	65.3	65.8	68.1	68.2	71.2	73.6

<표 5-6>: 2007년 우리나라 하수관 개보수 현황(2007년 환경부)

지 역 (시·군·구)	관거(m)			
	계	합류식	분류식	
			우수	오수
전국('07)	1,167,741	673,107	144,806	349,828
서울특별시	293,142	274,563	5,287	13,292
부산광역시	47,735	38,828	2,707	6,200
대구광역시	73,823	68,913	1,857	3,053
인천광역시	15,618	14,027	883	708
광주광역시	39,001	31,848	1,230	5,923
대전광역시	16,882	9,665	390	6,827
울산광역시	23,382	5,321	3,049	15,012
경기도	143,241	77,335	19,070	46,836
강원도	56,603	19,472	5,140	31,991
충청북도	20,042	4,399	2,610	13,033
충청남도	32,494	11,702	9,530	11,262
전라북도	123,054	23,786	38,275	60,993
전라남도	79,372	28,864	11,446	39,062
경상북도	115,823	33,978	18,239	63,606
경상남도	78,539	24,987	24,319	29,233
제주특별자치도	8,989	5,418	774	2,797
전국	**1,167,741**	**673,107**	**144,806**	**349,828**

(나) 가스관·통신구·건설 시장

배관은 가스나 기름과 같은 많은 양의 유체를 빠르고 안전하게 수송하는 수단으로 현대 산업에서 혈관과 같은 존재이다. 석유화학공장, 발전소 등과 같은 장치산업의 배관뿐만 아니라 가스관, 난방용 열배관 등이 설치되어 사용되고 있다.

이는 *산업 플랜트의 배관*과 *운송용 장거리 배관*으로 나눌 수 있다. 가스관이나 송유관과 같은 운송용 장거리 배관은 주로 매설 배관이며 특히 13,000km를 상회하는 국내의 도시가스관은 1980년경부터 집중적으로 설치되기 시작하여 현재에도 지속적으로 건설되고 있다. 그러나 과거에 매설된 배관의 경우 노화, 부식으로 인한 결함이나 타 공사로 인한 손상 등으로 배관의 안전성에 많은 문제점이 발생되고 있다.

최근 정부는 지하 매설 도시 가스관에 대하여 **15년 주기로 검사, 보수 및 교체를 의무화 하는 규정**을 발표하여 배관 관리의 중요성을 강조하고 있다.

그러나 지하매설 배관의 관리는 막대한 경제적 부담과 고도의 기술이 요구되는 반면, 대부분의 국내 도시가스 회사들이 중소기업이므로 쉽게 대응하기 어려운 실정이다. 가스관의 검사 및 관리 방법으로는 배관 외부에서의 간접적인 방법보다는 배관 내부에서 검사하는 방법이 가장 경제적이며 효과적이다. 따라서 배관 검사로봇을 이용하여 내부에서 직접적으로 검사하는 시장이 크게 성장하고 있다.

한편 해외에서는 로봇뱀(Robotic snakes)과 로봇벌레(worms)들이 원자력발전소의 제한되고 접근이 불가능한 지역의 배관내부를 검사하거나 수리하는데 적용되고 있으며, 영국의 OC로보틱스사(OC Robotics)는 이동 운반기기에 장착된 뱀팔 로봇을 이용하여 캐나다의 온타리오 전력사(Ontario Power Generation, OPG)의 CANDU 원자로(Candu reactor) 내부의 복잡한 배관과 구조를 검사하는데 활용하고 있다. 한편, 영국의 돈레이 원전에서는 최첨단 '로봇벌레'가 1957년에서 1992년에 운전된 고속실험로에서 방사능 폐수를 방출했던 지하배관을 검사하는데 사용되었다.

(3) 대상기술 적용산업의 기여도 및 중요도

탐사로봇 기술은 지능로봇의 본래 목적인 '사람의 일을 대신하는 장치'라는 측면에서 볼 때, 매우 유망한 기술이다. 이는 단순 모니터링 기능뿐만 아니라 검사, 탐사, 경비 등 다양한 범위로의 확대에 필수적인 기술로 인식되고 있으며, 소비자의 요구를 만족시킨다면 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상되어진다.

실제 세계 시장에서의 청소로봇의 현황을 살펴보면, 시장은 매년 80% 이상 성장세가 점쳐지고 있다. 유엔유럽경제위원회(UNECE)가 국제로봇연맹(IFR)과 공동 발표한 보고서에 따르면 세계 청소로봇 시장은 2005년 75만대 규모에서 2006년 90만대, 2007년 130만대, 2008년 140만대, 2009년 250만대, 2010년 400만대로 늘어날 전망이다.

그러나 각종 서비스 로봇 세계시장은 부분적으로 형성되어 있으나 기능이나 성능면에서 만족할 만한 성과를 보이지 못함에 따라 안정된 초기시장이 형성되지 않은 실정이다. 따라서 로봇에서의 중요한 기술인 능동 주행, 정확한 센서 모델링 등의 당면 과제를 해결하는 것이 매우 중요한 이슈라고 하겠다.

국내뿐만 아니라 국외에서도 지능형 로봇 산업은 이제 도입기의 산업으로, 산학연의 상호 협조체계가 구성되어 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 미국의 경우는 미국방성, 학계, 업계의 긴밀한 연계를 통해 Grand Challenge를 개최하고 있으며, 가정용 서비스 로봇에 집중하고 있는 국내와는 달리, 국방 및 자동차 기술에 집중하여 연구 개발이 진행되고 있다. 따라서 국내의 경우 개발된 탐사로봇의 활용범위를 넓혀 국방 분야 등의 기술로 발전시켜야 할 필요가 있다.

일본 정부는 "Made in Japan 6대 성장사업"의 하나로 로봇사업을 선정하고 "21세기 로봇 챌린지" 프로그램을 발표하여, 지능형로봇 분야에서의 선두주자를 목표로 하는 중장기 계획을 실행 중이다. 특히, 일본 간사이 지역을 차세대 로봇 연구의 특성화 단지로 육성하면서 요소기술, 부품, 소프트웨어 등을 체계적으로 연구하고 있다. 전체적인 연구 개발의 방향이 인간에게 친숙한 companion으로써 휴머노이드 로봇 개발에 중점을 두고 있기 때문에, 사용자 인식, 자연스러운 HRI(Human Robot Interaction), 환경 인식 연구 개발이 활발하게 진행되고 있다.

유럽은 EU주관의 제5차 Framework 연구개발 프로그램으로 각국의 연구기관이 연계하여 개발 진행 중이다. 사회 복지 분야에 중점을 둔 로봇 개발전략을 가지고 있으나, 비전 인식 관련 연구는 아직까지 학교, 연구소 위주의 기반 기술 연구가 주류를 이루고 있으며, 제품에 적용될 수준의 상용화 성과는 미미한 실정이다.

탐사로봇과 같은 전문서비스용 로봇산업은 산업체, 연구소 및 대학 사이의 연계를 강화하고, 국내 기업 사이의 기술 및 판매의 경쟁체제를 도입하고, 이에 따른 관련 산업인 의료(기기)산업, 실버산업 등의 성장이나, 미개척 지역(우주 등) 탐사 및 개척 사업 활성화 등의 산업구조의 고도화를 견인할 것으로 전망된다.

현재 국내 관로 탐사로봇은 아직 개발단계로 큰 규모의 시장이 형성되어 있지는 않다. 로봇을 이용하게 되면 현재 주류를 이루고 있는 X-ray 및 기타 측정장비를 이용하는 비파괴 검사방법들이 가지는 지주매설 관로에 대한 접근성 문제 등의 제한사항을 극복할 수 있게 된다. 평가대상 회사에서 개발할 탐사 로봇은 가스관 배수관과 같은 관로 내부 탐사뿐만 아니라 접근이 어려운 핵발전소와 같은 위험한 환경, 군사용 정찰시스템과 같은 다양한 분야에 적용될 것으로 예상된다. 또, 보안/경비 등 많은 응용 분야에서 이를 활용할 수 있을 것으로 보인다.

나. 시장규모 및 특성

(1) 국내외 시장규모

(가) 전문 서비스 로봇 시장 규모

국내 로봇생산 기업현황은 <표 5-7>과 같다. 2006년 총 170개, 제조업 로봇 77개사(45.3%), 로봇부품 및 부분품 48개사(28.2%), 개인서비스용 로봇 24개사(14.1%), 전문서비스용 로봇13개사(7.6%), 네트워크 로봇 8개사(4,7%)가 있다. 2005년 대비 제조업용 로봇 관련 기업 수는 증가하였으나, 네트워크 로봇이나 개인서비스용 로봇, 로봇부품 및 부분품 관련 기업 수는 다소 감소하였다. 관련 기업체의 합계 평균자본금은 5,354억으로, 제조업을 제외하면 기업체 당 평균 자본금이 가장 높은 분야는 개인서비스용 로봇(2,569억 원), 가장 낮은 분야는 네트워크 로봇(14억 원)으로 나타났다.

<표 5-7> 국내 로봇 산업과 기업 규모

구분	2005년		2006년		평균 자본금(억 원)
	업체 수	구성비	업체 수	구성비	2006년
제조업용 로봇	60	33.3	77	45.3	10,814.02
전문서비스용 로봇	13	7.2	13	7.6	1,105.54
개인서비스용 로봇	39	21.7	24	14.1	2,569.74
네트워크 로봇	17	9.4	8	4.7	14.10
로봇부품 및 부분품	51	28.3	48	28.2	28.69
합계	180	100.0	170	100.0	5,354.20

<자료>: 산업자원부, 2006. 12., 한국기계산업진흥회, 2007. 12.

이는 최근 수요가 증가하는 생활 관련 로봇들에 대한 대기업의 투자나 진입이 두드러지면서 나타난 현상이다. 마찬가지로 탐사 로봇 산업분야의 체질 강화와 기업 경쟁력 강화를 위해서는 최근 늘어나는 수요 창출에 발맞추어 중견기업들의 투자와 연구개발이 집중되어야 할 것이다.

한편, 로봇기업의 매출액 규모는 1억원 미만의 영세한 업체가 30%, 1억~10억원 규모의 업체가 28.2%, 10억~50억원 규모의 업체도 28.2%로 대부분의 로봇기업은 매출액 규모 50억원 미만의 중소기업체인 것으로 나타났다.

로봇기업의 생산 규모를 보면 <표 5-8>과 같다. 2005년에는 5,722억원 정도였으나,

2006년에는 7,196억원으로 25.8%의 증가율을 보였다. 특히 탐사 로봇 분야가 포함되어 있는 전문서비스용 로봇은 2005년에는 53억원 정도였으나, 2006년에는 124억원으로 전년대비 130.9%의 높은 증가세를 보였다.

<표 5-8> 국내 로봇 생산 규모

(단위: 억 원)

구분	2005년	2006년	2005년 대비 증가율
제조업용 로봇	5,137.68	6,272.17	22.1
전문서비스용 로봇	53.75	124.10	130.9
개인서비스용 로봇	193.28	246.66	27.6
네트워크 로봇	71.22	75.49	6.0
로봇부품 및 부분품	266.60	478.14	79.3
합계	5,722.53	7,196.56	25.8

<자료>: 한국기계산업진흥회, 2007. 12.

최근 국내에서 개발된 환자 안내용 로봇인 스누봇(SNUBOT)이나 내시경 로봇인 미로캠(MiroCam)등의 개발로 인해 더욱더 생산 증가폭은 커질 것으로 전망한다. 한국과학기술정보연구원(KISTI)에 따르면 2006년 국내 서비스 로봇(산업용 로봇 제외) 시장규모는 약 624억원으로 미비한 수준에 그쳤으나, 2011년 5117억원에 달하고, 2013년 이후는 수조원에 달하는 황금시장으로 떠오를 것으로 예상되었다. 또한, 정부에서는 2005년 국내 로봇산업 육성을 위해 2013년까지 세계 시장 점유율 15%, 총생산 30조원, 수출 200억달러, 고용창출 10만명 등 세계 3위의 로봇강국을 목표로 하고 있다.

로봇 분야별 세계시장 정세를 살펴보면, 제조업용 로봇은 시장안정화 단계로써 급격한 시장변화는 어려우며, 신규 생산설비 및 기존 설비보완에 따른 수요가 대부분 차지하고 있는 실정이다. 개인서비스용 로봇은 가족구조의 핵가족화와 고령화 현상으로 인한 가족인원으로서의 가정용 로봇에 대한 수요가 증가 추세에 있다. 전문서비스용 로봇은 생산국과 생산기업이 극히 제한되어 있으며, 제품가격의 고가로 인해 시장형성에 있어서 생산국과 수요국이 일치하고 있는 실정이다.

이러한 상황에서 로봇시장의 국가별 점유율을 살펴보면, 일본(28%), 미국(18%), 독일(16%), 이탈리아(10%), 한국(3%)의 순으로 한국은 세계 5위를 차지하고 있다. 이와 같이 산업용 로봇의 경우는 우리나라의 세계적인 위상이 높지만, 아직까지 전문 서비스분야 로봇에 대한 세계적인 위상은 미비하다.

로봇산업의 세계시장규모와 국내업체의 세계시장 점유율을 전망해본 결과는 <표 5-9>와 같다. 세계 로봇시장의 규모는 2010년에는 247억 5백만 달러에서, 2020년에는 717억 7천만 달러에 이를 것으로 보고 있으며, 연평균 10.7%의 증가율을 예상하고 있다. 분야별로 국내업체의 세계시장 점유율은 제조업용 로봇은 2010년 세계시장의 11.4%에서 2020년 14.4%를 차지하고, 전문서비스용 로봇은 2010년 세계시장의 0.9%에서 2020년 2.1%의 비중을 차지할 것으로 예상된다. 또, 개인서비스용 로봇의 점유율은 2010년 3.0%에서 2020년 7.0% 수준에 달할 것으로 보고 있다. 비록 국내 전문 서비스용 로봇산업의 규모는 미국, 일본, 독일에 비해 미미한 실정이나, 전문 서비스용 로봇의 신시장을 개척하고 기술력을 확충한다면 2020년 세계시장에서 더 큰 점유율 달성도 가능할 것으로 본다.

<표 5-9> 로봇산업 시장규모와 점유율 예상(단위: 백만불, %)

구분	2010년		2015년		2020년	
	세계	한국	세계	한국	세계	한국
제조업용	7,440	850	10,193	1,370	13,324	1,930
시장점유율	11.4		13.4		14.4	
전문서비스용	9,327	80	19,000	280	30,288	640
시장점유율	0.9		1.5		2.1	
개인서비스용	7,938	240	19,800	980	28,162	1,970
시장점유율	3.0		4.5		7.0	

<자료>: 산업연구원, 2007. 8.

산업연구원(KIET, 2007) 조사에 따르면, 국내 로봇산업의 기술은 기술항목에 따라 다소 차이를 보이고 있으나, 제조업용 로봇의 경우는 최고 기술 보유국 대비 평균 85정도에 육박하고 있으며, 전문서비스용 로봇의 경우는 80정도, 개인서비스용 로봇은 84정도에 이르고 있는 것으로 나타났다. 탐사로봇 분야에서는 선두주자인 미국의 기술력을 100이라고 봤을 때 현재 우리나라는 70정도이며, 2015년이 지나야 100에 도달할 것으로 전망하였다. 비록 미국과 독일에 비해 우리는 아직 10년 이상 차이가 있지만 세계 최초로 국제 규모의 로봇랜드 및 로봇펀드 조성 등 정부 차원에서의 노력이 여러 가지 방면에서 다양하게 펼쳐지고 있기 때문에, 그 격차는 점차 줄어들 것으로 예상된다.

(나) 탐사 서비스 로봇 시장 규모

탐사로봇의 시장은 지능형 서비스로봇 시장의 약 1.3%를 차지하는 것으로 예상된다. 2010년도 탐사로봇의 세계시장은 17억 5천만 달러에서 2015년에는 약 172억

달러에 이를 것으로 전망되며, 동 기간 동안 국내시장은 *약 1,600만 달러*에서 9,700만 달러에 이를 것으로 전망되었다(<표 5-10> 참조).

<표 5-10> 탐사로봇의 시장 규모

구 분		2010년	2015년	2020년
세계 시장	물량 (대)	58,357	5,74,616	5,658,011
	금액 (백만불)	1,750	17,238	169,740
국내 시장	물량 (대)	557	3,263	19,105
	금액 (백만불)	16	97	573

*출처 : 산업자원부, "로봇산업조사통계", 2006., 전자정보센터 (EIC) "로봇시장통계", 2006

지능형 전문 서비스 로봇이 차세대 성장 동력산업으로 육성되면서 이동기능을 중시한 개인용/가정용 서비스로봇 분야가 새로운 시장을 창출하고 있다. 추후에도 로봇의 적용 분야는 지속적으로 늘어날 것으로 예상된다. 2010년 이후 지능형 전문 서비스 로봇 시장이 확대되면서 이동형 서비스 로봇의 핵심 기능을 구현하는 제품으로서 적용이 활발히 이루어 질 것이며, 탐사로봇 역시 지능형 전문 서비스 로봇 시장의 한 축을 담당할 것으로 보인다. 또, 지능형 로봇의 개발 및 상품화를 위한 극복 기술인 운동 기능과 센서 융합 기술이 상용화되면, 이를 기반으로 로봇 작업제어 기술들의 비약적인 발전으로 연결될 것으로 기대된다. 로봇뿐만 아니라 타 산업분야의 지능화/무인화에 활용되어 산업 전반에 걸쳐 기술적인 파급효과가 기대된다.

(다) 탐사 서비스 로봇의 기술 수요 시장

수요처는 크게 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 상하수도관을 중심으로 한 지자체 및 각종 검사 관련 업체
- 플랜트를 중심으로 한 산업계
- 도시가스 및 각종 가스관 관련 업체
- 송유관 관련 업체
- 건물 유지보수 관련 업체
- 군수 및 각종 특수 수요

다. 시장동향

로봇산업은 제조업의 발전 및 다양화, 정보/지능화와 관련된 전후방 산업에 대한 파급효과가 큰 고부가가치 산업을 창출하며, 기존 시장 확대 및 신시장 창출로 제

조업용 로봇에서부터 서비스용 로봇에 이르기까지 시장의 급격한 증가가 예측된다. 또, 고속정밀화, 지능화 기술 발전에 의한 신기술 창출과 IT, NT, BT 발전에 의한 기술의 융합화는 로봇산업으로 확대될 것이 전망된다. 향후 전문작업의 수요증대, 고령화로 인한 노동인력 및 전문 인력의 감소, 인간의 편의성 제공에 대한 수요증가, 인간의 복지 증진에 대한 필요성이 증가 될 것이다.

전문서비스용 로봇 기술의 발전은 산업/경제적인 측면에서는 IT, RT의 결합으로 정보/지능화와 관련된 전후방 산업에 대한 파급 효과가 큰 고부가가치 산업으로 발전 할 것이다. 전문서비스용 로봇 기술은 <표 5-11>과 같이 미국이나 일본 등 최고 기술보유국과 비교하여 국내 기술수준이 70-90% 정도로서 이 간극을 메우기 위한 필요성과, 중국 등 후발국의 경쟁력 급부상에 따른 대응 및 시장 선점을 위해 개발이 필요하다. 기술적인 측면에서는 IT, NT, BT 발전에 의한 기술의 융합화로 고부가가치 신기술에 대한 국가투자의 효용성 증대를 위해 필요하며, 활용목적에 따라 개발되는 전문기술이 다양한 분야로 확대 적용될 것이 기대된다. 사회/문화적인 측면에서는 고령화 및 노동인력 감소와 같은 문제의 해결책으로도 필요하며, 극한 환경으로부터의 인명보호, 작업의 신뢰성 향상에도 필요하다.

<표 5-11> 전문서비스용 로봇의 국내 기술 수준(KIET, 2007)

기술 항목	최고기술 보유국	최고기술 대비 국내 수준	국내 기술 취약 분야
명령입출력	미국, 일본	80	Haptic 장치, 감성명령, 생체신호 처리, 지능형 입력장치, 통신
지능형 상호작용	미국, 일본	70	인공지능, 대화, 접촉(터치) 비접촉(거리)
감지 및 인식	미국, 일본	85	시각, 청각, 후각, 촉각, 위치인식 등
센서부	미국, 독일, 일본	70	CCD, CMOS, 자이로, 적외선, 마이크로폰 등
구동부	일본, 스위스	70	구동기, 감속기
기구부	미국, 독일, 일본	80	이동기구, 팔, 손목, 관절, 눈 등
제어부	미국, 일본	90	주행, 보행, 지능, Manipulator 등

<표 5-12> 및 <표 5-13>에 나타낸 산업연구원(KIET, 2007)의 세계 로봇 시장발전 동향 보고에 따르면, 전문 서비스용 로봇의 세계시장은 2005년 42억 달러에서 연평균 17.3%씩 증가하여 2010년에는 93억 2,700만 달러에 이를 것으로 전망되고, 2020년경에는 302억 8,800만 달러를 기록하여 2010~2020년 기간 동안 연평균 12.5% 증가할 것으로 전망된다. 국내 시장의 경우 2005년에서 2010년 사이에 연평균 31.9%, 2010년에서 2020년 사이에는 23.1%씩 증가하는 것으로 예측된다.

<표 5-12> 세계 로봇 시장의 발전 동향(KIET, 2007)

단위 : 백만 달러, %

		2005	2010	2015	2020	연평균증가율	
						2005~2010	2010~2020
시장 규모	제조업용 로봇	5,330	7,440	10,193	13,324	6.9	6.0
	전문서비스용 로봇	4,200	9,327	19,000	30,288	17.3	12.5
	개인서비스용 로봇	2,550	7,938	19,800	28,162	25.5	13.5
	계	12,080	24,705	48,993	71,774	16.6	10.7
부가 가치	제조업용 로봇	1,066	1,488	2,038	2,664	6.9	6.0
	전문서비스용 로봇	2,100	4,663	9,500	15,144	17.3	12.5
	개인서비스용 로봇	765	2,381	5,940	8,448	25.5	13.5
	계	3,931	8,532	17,478	26,256	16.7	11.9
무역 규모	제조업용 로봇	4,264	5,952	8,154	10,659	6.9	6.0
	전문서비스용 로봇	420	1,865	5,700	15,144	34.7	23.3
	개인서비스용 로봇	510	2,381	9,900	22,529	36.1	25.2
	계	5,194	10,198	23,754	48,332	14.4	16.8

<표 5-13> 전문 서비스 로봇 산업의 주요 지역별 시장 동향(KIET, 2007)

단위 : 백만 달러, %

	2005	2010	2015	2020	연평균 증가율	
					2005~2010	2010~2020
미국	1,680	3,730	7,220	10,903	17.3	11.3
유럽	1,050	2,331	5,320	8,480	17.3	13.8
일본	1,041	2,303	4,104	6,481	17.2	10.9
한국	20	80	280	640	31.9	23.1
기타	409	883	2,076	3,784	16.6	15.7
합계	4,200	9,327	19,000	30,288	17.3	12.5

라. 수요전망

미국의 경우, 상수도관의 누수기록, 관망 파열기록, 관망 노후화인자 등의 사고 이력을 바탕으로 한 관로상태 추정법에서, 관내 주입식 비파괴 tool을 바탕으로 한 배관 잔여두께, 부식 및 점식 현황, 흑연화 등 정량적으로 관로상태를 평가하는 방향으로 유지/보수 시장이 이동 중이다.

독일의 경우 BODENBENDER GmBH사에서 개발된 제품은 소구경 하수관거 부분 공법(point liner system)으로써, 지반을 굴착하지 않고 소구경관의 내부에서 손상 또는 부실 시공된 부분을 수리하는 기술을 제공하며, 관로의 구경이 200mm에서 800mm까지 사용 가능하도록 검사 영역이 확대 되고 있다.

일본의 경우 수십여 개의 회사들이 Pipe 검사 로봇을 개발하여 적용하고 있고, 이물질 제거 로봇을 상용화하여 상·하수도 유지 보수에 적용하고 있다. 앞으로 소형 관로를 위한 검사로봇의 상용화가 빠르게 진행될 것으로 전망된다.

향후 우리나라에서의 탐사로봇을 비롯한 전문서비스용 로봇은 특수한 사용 목적에도 불구하고 다양한 연관 산업에 시너지 효과를 창출할 것으로 기대되고, 연계기관 각각의 특성을 고려한 상호협력 체계 확립과 기반기술의 공유, 이전 등의 연구개발 활성화 전략을 통해 선진국과의 기술격차를 극복할 수 있을 것으로 전망된다.

끝으로 본 평가 대상기술의 적용 시장은 관로의 탐사와 검사 시장이다. 탐사로봇 기술은 지능로봇의 본래 목적인 '사람의 일을 대신하는 장치'라는 측면에서 볼 때, 매우 유망한 기술이다. 이는 단순 모니터링 기능뿐만 아니라 검사, 탐사, 경비 등 다양한 분야로 확대될 수 있는 필수적인 기술로 인식되고 있으며, 소비자의 요구를 만족시킨다면 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상된다.
본 평가 대상기술의 제품 성능은 장거리 주행이 가능하며 다양한 관로의 형상에 대응하여 주행할 수 있는 운동성을 갖추고, 관로 검사 중 가상지도를 통한 관로 결함 부위 및 로봇의 현재 위치를 사용자에게 알려줄 수 있는 탐사 로봇으로서 역할을 충실히 수행 할 것으로 예상된다. 따라서 평가대상 회사의 탐사로봇은 관로 탐사현장에서 보다 경제적이고 정확한 검사를 수행할 수 있도록 할 것이다.

한편 사용자 측면에서 기능요소를 살펴본다면 평가대상 회사의 GUI 환경은 누구나 쉽게 조작을 할 수 있는 편의성이 있고, 검사를 통하여 발견된 결함의 정확한 위치나 로봇의 현재 위치를 알 수 있다.

본 평가대상 기술은 우수성과 차별성으로 다음의 적용 시장에서 효율적인 탐사로봇이 될 것으로 전망된다.

- 상하수도 관로의 유지보수 및 내부 검사 시장
- 배수관 시설 및 관로 실태 조사 시장
- 가스관, 송유관 등 관로 내부 탐사 시장
- 핵발전소와 같은 위험한 환경에서의 탐사 시장
- 군사용의 정찰 및 탐사 시장
- 건물 내 관로의 유지보수를 위한 탐사 시장

6. 사업성

사업성 종합의견

· 평가대상 기업의 사업주체인 대표이사는 에너지 분야의 전문가이며, 연구개발에 대하여 높은 의지와 열정을 갖추고 있다. 또한 높은 수준의 지식과 개발 경험을 가진 연구원들을 다수 확보하고 있다.

· 탐사로봇 시장은 상하수도관로 검사시장을 비롯하여 플랜트, 도시가스, 송유관 등 다양한 관로에 대한 검사수요가 존재하며, 군수 및 원자력 산업에도 적용가능하다. 또한 고층 건물의 유지보수용으로도 활용이 가능하여 관로탐사로봇 시장은 전세계적으로 높은 성장을 보일 것으로 예상되는 산업이다.

· 평가대상 기술은 다양한 관로에서의 적응성 및 탐사로봇의 영상정보 처리 능력에서 타 탐사로봇에 비하여 경쟁우위를 갖고 있다. 현재 출시되어 있는 탐사로봇의 경우 대부분이 중대형 직관에 적용되는 제품으로 경쟁이 치열한 상태이며, 그 기능 또한 크게 높지 않은 수준이다. 이에 반해 평가대상 회사의 제품은 다양한 형태의 관로, 특히 T-Branch 형태의 수직관을 극복할 수 있다. 또한 현재의 대부분의 탐사로봇은 장착된 카메라의 영상을 단순하게 사용자에게 전송함으로써 사용자가 모든 판단을 내리게 하거나, 고가의 부가적 센서를 장착해야 하는 문제가 있어서 이를 저가의 로봇이나 소형관로용 로봇에는 적용할 수 없는 한계를 갖고 있다. 이에 반해 평가대상 회사 제품은 다양한 센서정보와의 융합과 영상정보 처리를 통해 사용자에게 유용한 정보를 제공할 수 있는 기술이 채용되어 경쟁 제품에 비교하여 우위를 갖고 있다.

· 평가대상 기술은 상용화를 위해 방수, 방진, 방폭 등의 문제를 해결하고, 구동성능을 향상시키며, 체계적인 주행 알고리즘을 추가하여 정확한 상황파악과 구동안정성을 높이는 등의 기술적 보완이 필요하다. 또한 평가대상 기술의 수요처인 지자체, 건설사 등 관로 사업계와의 정보교류 및 사업화를 위한 영업 및 마케팅 능력 확충도 필요하다. 그러나 회사가 보유하고 있는 사업주체의 사업역량과 기술개발의지, 보유 인적자원의 우수성과 기술력, 개발될 제품이 갖은 제품 경쟁력 및 시장전망을 고려할 때 사업성은 우수한 것으로 판단된다.

가. 사업수행 능력

(1) 사업주체 개요

(주)지능형빌딩시스템기술연구소는 서울시 종로구 숭인동 1253번지 동보빌딩 501호에 소재하며, 총 임직원 22명(경영지원본부 3명, 엔지니어링본부 17명, 마케팅 및 마케팅본부 2명)으로 구성되어 있다. 회사인력의 대부분은 전자, 전기, 컴퓨터, 로봇, 기계, 건축 등 공학분야의 석사급 이상(박사 2명)의 인력으로 구성되어 있다.

동사는 2004년 말 설립이후 연구개발에 집중하였고, 2007년부터 연구 성과를 내기 시작하여 개발된 기술을 특허출원하고, 매출도 본격적으로 발생하기 시작하였다. 동사는 2008년에 지능형 환경제어 시스템 등 3건, 2009년에 태양전지 모듈 구조물 등 6건을 특허출원하였다. 회사는 설립 이후부터 최근까지 지능형 건물 인증제도 개정연구, 행정중심복합도시추진단 IBS컨설팅 및 에너지 사용계획 최적화 방안 연구, 지능형 홈 네트워크 활성화 기반구축 연구, 유비쿼터스 건물에너지 환경 무선 감지장치 및 건물 에너지관리 네트워크시스템 개발, 2012년 여수EXPO Green IT 도입 기본구상 연구 등을 수행하였다.

동사는 중소기업청, 국토해양부, 에너지관리공단 등으로부터 유비쿼터스 센서 네트워크기반 3차원 건물에너지 모니터링 및 제어시스템, 고층건축물 구조체 자동화 시공시스템 연구, 운영효율 극대화를 위한 건물에너지 네트워크 개발 등의 과제를 수행하였다. 동사는 한국에너지기술연구원, 삼성물산(주)건설부문, (주)삼성전자, (주)삼성SDS 외 다수의 민간 및 공공지능형 건축물 관련 기업을 거래처로 확보하고 2007년 6.7억원, 2008년 15.1억원의 매출액을 시현하였으며, 매출액은 계속 증가추세를 보이고 있다.

(2) 사업주체의 역량

동사 대표이사는 서울산업대학교 에너지시스템공학 박사과정을 수료하였으며, 삼성물산 건설사업부에서 조선소, 원자력, 케미칼 분야의 엔지니어링 업무를 수행하였고, 지능형 건축물의 구축과 관련된 산학협력체제 구축, 기술개발, 연구활성화를 목적으로 하는 사단법인 IBS KOREA의 사무국장 업무를 수행하고 있다.

동 대표이사는 지능형 건물 및 지능형 아파트 인증제도 개정에 관한 연구, 행정중심복합도시 에너지 사용계획 최적화 방안연구, 지능형 홈 네트워크 활성화 기반구

축 연구, 2012 여수 EXPO Green IT 도입을 위한 기본구상 연구 등 에너지 효율화 분야에서 오래 동안 연구와 업무를 수행하였고, 관련 기술을 개발하여 다수의 특허를 출원하였다. 동 대표이사는 2009 Marquis who's who 인명사전에 등재되는 등 관련 분야에서 대외적으로 기술력을 인정받고 있다.

(3) 마케팅 및 영업망 구축능력

동사의 평가대상 기술인 관로 탐사로봇 기술은 주요 수요처가 지자체의 상하수도 정비사업, 가스 및 송유관 관로정비사업, 건물 유지보수(급배수 시스템 및 냉난방 시스템 검사), 그 외 선박 배관검사 및 정비, 각종 플랜트 및 발전소 내부배관 검사 및 정비, 군용 탐사 및 정찰, 각종 극한 탐사 등으로 분류할 수 있다.

회사는 이러한 수요처를 대상으로 <표 6-1>과 같은 도입기, 성장기, 성숙기에 걸친 마케팅 전략을 수립하고 있다. 먼저 제품시장을 확립하고 제품 인지도를 제고하는 전략을 수행하고, 다음 단계로 제품 확장 및 시장점유율 확대 정책을 추진해 나갈 계획이다. 첫 단계인 도입단계에서는 제품시장이 정착되지 못하고, 제품에 대한 인지도도 높지 않으므로 각종 전시회 참가, 시범사업 및 정책 결정에 참여하는 방법을 통해 지자체 및 중소 관로 정비업체를 중심으로 마케팅망을 구축할 계획이다.

점차 시장이 확립되고 제품인지도가 높아지는 성장기에는 시장점유율을 높이기 위해 제품군을 확장하고, 공격적인 가격정책을 유지하면서 거래처도 기존 지자체 외에 선박 배관검사 및 정비사업체, 건물관리업체 등으로 확대해 나갈 계획이다.

현재 관로탐사로봇 판매를 위한 판매망은 구축되어 있지 않으나, 대표이사 및 회사가 그동안 IBS 사업을 진행하면서 구축한 회사에 대한 인지도를 활용한다면 영업 및 마케팅 채널 구축에 유리하게 작용할 것으로 보인다. 인적 네트워크가 잘 형성되어 있어 탐사로봇 판매망 구축사업은 원만하게 이루어질 것으로 보인다.

<표 6-1> 마케팅 전략

구 분		도입기(2012)	성장기(2013)	성숙기(2015)
시장 특성	매출	매출액 낮음	매출액 급속 증가	매출 정점
	신규고객	자자체 및 중소관로정비업체, 건설 준공검사 업체	선박배관 검사 및 정비업체 건물관리업체	가스관 및 송유관 업체 각종 플랜트 및 발전소
	경쟁자	적음	경쟁자 증가	다수
	선결과제	지재권확보 수요자 니즈 파악	제품 내구성 확보 고정 수요 확보	다양한 Line-Up 구축
마케팅 목적		제품인지도 제고 제품시장 확립 시장 정착	시장점유율 극대화 자사 브랜드 확립 해외시장 개척	시장점유율 유지 수익극대화
마케팅 전략	제품	기본제품 제공 높은 품질 제품출시 속도/타이밍	제품확장, 서비스, 품질보증	브랜드/모델의 다양화
	인력및영업망	2명, 1영업점	3명, 2영업점(해외포함)	7명, 5영업점(해외포함)
	가격	원가+마진	시장 침투가격	최고 경쟁자에 필적하는 가격
	판촉전략	각종 전시회 참가 시범사업 및 정책 결정 참여	군수 및 각종 특수 대비	브랜드 교체 자극, 판촉강화

나. 가격 및 품질경쟁력

(1) 수요예측

로봇은 지금까지는 주로 전자산업, 자동차 산업 등의 생산라인에서 단순작업을 반복적으로 수행하는 역할을 담당하여 왔으나, 최근에는 로봇에 대한 활용도가 높아져 IT, NT 등의 기반기술이 통합된 지능형 로봇으로 변화하고 있다. 지능형 로봇사업은 IT, BT에 버금가는 차세대 핵심산업으로 부상하였으며, 개인용, 서비스용 로봇분야에서 새로운 시장이 형성되고 있다.

평가대상 기술인 탐사로봇도 지능형 로봇의 일종으로 관련 업계에 따르면 탐사로봇 시장규모는 국내시장은 2010년에 약 1,600만 달러에서 2015년에는 약 9,700만 달러로 성장할 것으로 예측되고 있다. 지능형 로봇은 인간이 작업할 수 없는 환경에서 인간을 대신하여 역할을 수행하는 장점으로 인하여 그 수요가 증가할 것은 명백해 보인다.

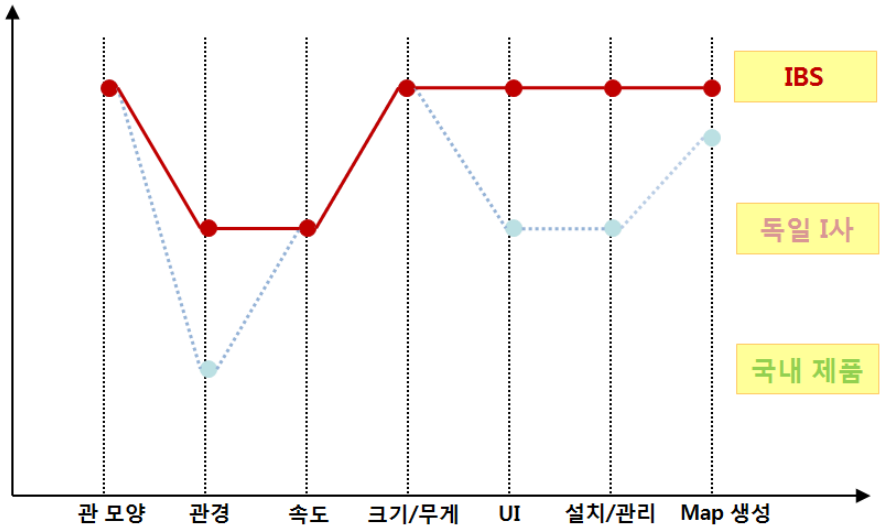
동 탐사로봇은 상하수도관을 중심으로 한 지자체 및 각종 검사관련 업체, 플랜트를 중심으로 한 산업계, 도시가스 및 각종 가스관 관련업체, 송유관 관련업체, 건물 유지보수 관련 업체, 군수 및 각종 특수 수요처에서 그 수요가 발생할 수 있다. 이중 현재 시점에서 활용도가 높은 분야중 하나는 상하수도관 검사시장이다. 미국, 독일, 일본 등 선진국을 중심으로 하수관 내부검사에 탐사용 로봇을 활용하는 추세가 증가하고 있다. 그러나 그 활용도가 2차원 관로에서 단순 CCTV 검사 기능만을 제공하는 정도이다. 따라서 관로 탐사로봇의 기능을 단순 영상검사 수준을 넘어서, 영상분석 등의 기능을 추가하고 3차원의 다양한 관로에 적용 가능한 로봇이 출시된다면 그 수요는 충분할 것으로 판단된다.

(2) 제품경쟁력

현재 국내외에는 플랜트 내의 관로 설비와 같이 3차원으로 설치된 관로에 사용할 수 있는 상용화된 탐사로봇시스템은 전무한 상태이며, 하수관 내부 검사를 위한 관거 탐사용 자주로봇 시스템이 보편화 되고 있는 추세이나 이 또한 로봇 제어에 있어 운용자의 수동조작에 의존하며, 단순 CCTV검사 기능만을 제공하는 정도에 그 치고 있다. 또한 대부분이 300mm 이상의 중형관 이상의 관로에 적용되어 전후진의 단순한 주행 motion만 구현되어 있어 적용 분야가 매우 적은 실정이다.

이에 반해, 본 평가 대상 기술에 의한 관로 탐사 시스템은 독립적인 제어모듈을 탑재하고 자율적으로 관로 내부 주행이 가능하다. 또한, 영상처리를 통해 관로내 분기관 및 곡관 등 각종 관로 요소 및 결함부를 인식하며, 주행 간 관로 맵을 작성·저장하여 탐사 완료 후 회수된 로봇의 데이터 분석을 통해 관로 내 결함부의 위치 파악이 가능하다. 특히, T관 형태의 수직관에서 이동성을 극복함으로써 단순한 형태의 관로뿐만 아니라 다양한 형태의 관로에 적용이 가능하다. 추후 다양한 제품 lineup을 구축할 경우 관로, 건물 등의 다양한 적용분야에 적용될 기반 기술로 활용될 수 있다(<그림 6-1> 참조)

로봇은 가스관, 배수관과 같은 관로 내부 탐사뿐만 아니라 핵발전소와 같은 위험한 환경, 군사용 정찰 시스템과 같은 다양한 분야에 적용 가능할 것으로 예상된다. 또한 고층 건물의 건설현장에서 공사완료 시점에 하는 상태확인과 고층 건물의 정기적인 유지관리에도 본 기술이 적용될 것으로 판단된다. 현재 국내 관로 탐사시장은 X-ray 및 기타 측정 장비를 이용하는 비파괴 검사방법들이 주를 이루고 있으며, 탐사로봇 시장도 단순화된 로봇에 국한되어 있는 바, 본 기술이 적용된 탐사로봇은 경쟁력을 갖출 것으로 평가된다.



<그림 6-1> 제품경쟁력 비교

(3) 생산 및 판매계획

평가대상 기업은 기존 탐사로봇의 문제점인 다양한 관로에 적용 가능한 부분을 해결하고 운동성 및 각종 자율주행 알고리즘의 탑재를 통하여 충분히 상용화 장벽을 넘어설 수 있을 것으로 판단하고 있다. 회사가 목표로 하는 시장 및 고객은 지자체를 중심으로 한 각종 상하수도 정비사업 및 가스공사 및 수자원공사를 통한 각종 공공기관 내의 관로 정비업, 그외 건물 탐사 및 유지보수 업체에 솔루션 제공, 그리고 점차 응용범위를 확장하여 차세대 군자동화를 위한 군수산업 및 복지산업군까지 아우르고 있다.

판매 전략은 기존 중저가 탐사로봇의 문제점인 이동성 및 안정성을 개선하여 배수관, 가스관, 송유관 등 다양한 관로에 적용함으로써 기존 시장을 확대하고, 관로 탐사 외에 다양한 탐사분야에 적용 가능한 제품라인업을 구축하여 신규시장을 창출한다는 전략이다. 이러한 마케팅 전략하에 회사는 2010년까지 제품개발을 완료하고 2011년부터 시장에 본격 출시한다는 계획이다. 2011년에는 먼저 지방자치단체 상하수도 정비부처를 대상으로 2건, 중소 상하수 정비업체에 1건 등 총 3건의 탐사로봇시스템을 판매하고, 동 거래처 외에 건물준공검사업체, 급배수관 검사 및 건물준공검사업체로의 용역 및 기술이전비 매출을 계획하고 있다. 2012년도에는 7건의 탐사로봇시스템을 국내 시장에 판매하고, 2013년부터는 마케팅을 보다 강화하면서 국내 매출을 증대시키고 해외시장에도 진출할 계획이다.

다. 사업추진의 타당성

(1) 사업추진계획의 적정성 및 실현 가능성

상하수도관, 통신구관, 전력구관, 가스관 등 수많은 관로가 지하에 매설되어 있으며, 이러한 지하 관로에 대하여 관로의 이상 유무를 조사하고, 파손부위를 보수하는 것은 필수적인 사업으로 지하관로에 대한 탐사시장은 크게 성장할 것으로 예상된다. 그러나 지하관로 탐사작업을 위한 작업환경은 악취, 유해가스, 밀폐공간의 질식 위험성, 접근 곤란성 등으로 인력에 의한 작업에 한계가 있으며, 특히 소구경의 관로인 경우 그 애로사항이 더욱 크다. 이에 선진국에서는 원격제어로 관로를 조사하고 보수하는 로봇에 대한 연구개발이 이루어져 작업현장에서 활용되고 있으나 대구경 중심의 2차원적 단선로 작업에 그치고 있는 현실이다.

평가대상 기술은 독립적인 제어모듈을 탑재하고 자율적인 관로주행이 가능하여 기존에 접근이 곤란했던 소구경 관로와 T형 관로 등에 적용 가능한 기술로서 관로시장을 새롭게 개척할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 가스관, 배수관 등의 관로 내부탐사뿐만 아니라 핵발전소 내부, 군사용 정찰과 같은 위험한 환경 분야로까지 확대 발전할 수 있을 것으로 예상된다.

평가대상 기술이 상용화되기 위해서 방수, 방진, 방폭 등의 문제를 해결하고, 구동성능을 향상시키며, 체계적인 주행 알고리즘을 추가하여 정확한 상황파악과 구동안정성을 확보하는 등의 기술적 보안이 이루어져야 한다. 또, 평가대상 기술의 사업화 대상인 지자체, 건설사 등 관로 사업계의 첨단기술에 대한 인식 부족 문제의 극복, 지속적인 연구개발에 대한 투자재원 확보가 해결되어야 할 과제이다. 그러나 사업주체의 기술개발 의지와 개발 인력의 기술수준이 높고, 빌딩시스템 유지보수 관련한 풍부한 경험을 보유하고 있으므로 사업화 계획의 실현에는 무리가 없을 것으로 보인다.

(2) 설비 및 인력운용계획

평가대상 기술과 관련하여 소요되는 직접적인 설비시설은 다음 <표 6-2>에 나타내었다. 동사에서 제시한 사업설비투자 계획에 따르면 평가대상 기술 관련 직접적인 설비투자의 필요성은 높지 않으며, 추후 평가 대상 기술관련 추가적인 기술 개발시 설비도입이 가능할 것으로 예상된다.

<표 6-2> 연구 기자재 운용계획

연구기자재	규 격	수 량
오실로스코프	DPO4054 외	2
Power Supply	DP30-03C	2
F/W 개발 Tool	MV320 외	2
시스템 프로그램개발 Station	Quad Core	1
DMM	HIOKI3843	1

한편, <표 6-3>에는 동사가 제시한 인원계획을 나타내었다. 동사는 필요 인력의 대부분을 다양한 분야의 고급 인력으로 보유하고 있다. 본 평가대상 기술개발을 위해 동사는 석사급 이상의 기존인력 5명을 배치하고 H/W, 기구설계를 담당할 신규 연구인력 2인도 2010년에 채용하여 보완할 계획이다.

<표 6-3> 인력운용 계획

기구설계	H/W 및 F/W	S/W
·로봇 기구설계 ·각종 system ·benchmarking ·Testbed 개발	·각종 H/W 제작 ·통신 인터페이스 개발	·상위 Station User Interface 개발 ·센서 융합 및 mapping 알고리즘 개발
연구원 1명	연구원 2명 신입 1명	연구원 2명 신입 1명

(3) 생산능력

동사의 탐사로봇 생산은 대형의 설비투자가 소요되는 것은 아니며, 상업화 초기단계에서는 그 수량이 많지 않을 것으로 예상되므로 현재 회사의 보유 생산 능력내에서 조립, 생산이 가능할 것으로 보인다. 따라서 현재로서는 대량 생산에 대한 구체화된 계획은 없으며, 회사가 제시한 양산 준비단계의 투자계획에서 건물을 제외한 기계장치 및 기타 자본적 지출액 규모는 크지 않다. 향후 대량 생산이 개시되는 경우 생산라인은 어렵지 않게 구축할 수 있으므로, 향후 매출실적에 따라 검토해야 할 과제로 보인다.

라. 수익전망

회사는 평가대상기술을 2010년까지 개발 완료하여 2011년부터 상용화에 돌입할 계획으로 있다. 탐사로봇에 대한 매출전망은 매우 양호한 것으로 평가된다. 회사는 탐사로봇시스템(상위 Station 포함)의 경우 대당 3천만원을 계획하고 있으며, 용역비와 기술이전비는 건당 5천만원 정도가 될 것으로 예상하고 있다. 반면, 로봇시스템 제작원가는 모터, 센서류 및 카메라 등 원재료와 제작경비를 포함하여 대당 1,200만원 선으로 예상하고 있으며, 회사의 계획에 따르면 수익성이 높은 고부가가치 사업으로 판단된다. 그러나 기존 로봇산업에 속하는 기업들의 수익성이 동사의 계획에 비해 높지 않은 상태에 있어 회사의 원가구조에 대한 면밀한 검토가 필요할 것으로 보인다.

7. 기타 사항

가. 인적자산

(1) 인력 확보현황 및 구성체계

동사는 총 임직원 22명중 17명이 기술개발 인력이며, 동 인력들도 전원 석사급 이상으로서 고급 개발인력을 보유하고 있다. 본 평가대상 기술개발에는 5명의 인력이 참여하고 추가로 2명의(석사학위 이상 및 경력 1년 이상)추가 인력을 확보할 계획이고, 외부 자문인력으로는 한양대학교 교수 1인이 참여할 계획이다(<표 7-1> 참조).

<표 7-1> 개발 인력현황

성명	직책	최종학교	전공	학위	참여율 (%)
최창혁	선임	고려대학교	기계공학	박사수료	100
황석찬	책임	숭실대학교	컴퓨터공학	박사	60
심형용	선임	중앙대학교	컴퓨터공학	석사	70
곽영천	연구원	서울산업대	제어공학	석사	80
한성민	연구원	한국항공대	항공전자	석사	80

(2) 업무지식 및 숙련도

주관연구책임자는 교려대학교에서 기계공학 박사과정을 수료하였으며, (주)다사로봇, (주)로봇에버 등 로봇관련 기업에서 정보통신부, 산업자원부, 한국과학재단, 한국과학기술연구원 등의 로봇관련 연구개발 과제를 수행하였다. 그 외 연구원들도 컴퓨터, 제어공학 분야에서 연구를 수행한 인력들로 관련 프로젝트에 참여한 실적을 보유하고 있다. 동사의 임직원들은 다년간 동종업계에서 실무경험을 쌓았고 관련 지식을 보유하고 있는 유경험자들이므로 업무지식과 숙련도는 양호한 것으로 판단된다.

(3) 교육수준 및 경험수준

현재 대표이사와 개발 책임자는 석박사급 인력으로 동종분야와 관련 다양한 프로젝트 수행 경험 및 연구개발 실적을 보유중인 점을 감안, 교육수준 및 경험수준은 우수한 것으로 평가된다. 또한 그 외 연구소 인력도 석사이상의 인력으로 동종분

야에서 3년 이상 종사한 경력을 보유하고 있다. 동사는 체계적인 연구개발 관리 시스템하에서 개발인력들에 대해 지속적인 교육을 하고 있는 점을 고려하면, 향후 교육수준 및 경험수준은 더욱 향상될 것으로 판단된다. 추가로 채용할 인력들은 기구설계와 H/W기술개발 분야를 중심으로 1년 이상의 경력자 수준에서 채용할 계획이다.

III. 기업체 개황

1. 개요

회 사 명	(주)지능형빌딩시스템기술연구소	대 표 자	임상채	
설립년월일	2004.12.	E-MAIL	ibstech@ibstech.co.kr	
사업자등록번호	209-81-38913	법인(주민) 등록번호	110111-3140863	
소 재 지			전화번호	소유여부
본 사	서울시 종로구 숭인동 1253번지 동보빌딩 501호		02-923-6494	임차
사업장	서울시 종로구 숭인동 1253번지 동보빌딩 501호		02-923-6494	임차
업 종	서비스, 제조			
생산품목	스마트 분전반, USN 환경 모니터링 시스템, 빌딩에너지제어시스템, BEMS(빌딩에너지관리시스템), 관로탐사로봇, 난간형 BIPV			
주거래처	한국에너지기술연구소, 삼성물산(주) 등			

2. 연혁

년월	내 용
2004.12	(주)지능형빌딩시스템기술연구소 설립 (납입자본금 백만 원, 대표이사 임상채)
2005.01	(주)지능형빌딩시스템기술연구소 사업자 등록
2005.03	(주)지능형빌딩시스템기술연구소 연구개발 전담 부서 설립
2007.01	(주)지능형빌딩시스템기술연구소 부설연구소 UI·E 공간연구센터 설립
2008.05	(주)지능형빌딩시스템기술연구소 벤처기업 확인
2008.05	(주)지능형빌딩시스템기술연구소 기술혁신형 중소기업(Innobiz) 확인
2008.10	연구개발서비스업 신고
2009.04	병역특례업체 지정
2009.05	연구전담부서 설립(가산동 BIPV실)

3. 경영진 및 연구진

성 명	직 위	담당업무	최종학력 (전공,학위)	주요경력/자격사항
임상채	대표이사	전반	(에너지 시스템공학, 박사수료)	삼성건설, (사)IBS KOREA 등
최창혁	선임연구원	연구총괄	고려대학교 (기계공학, 박사수료)	(주)로봇에버, (주)다사로봇 등
조재희	실장	연구총괄	중앙대학교 (전기공학, 박사수료)	㈜나라컨트롤, 테크노빌리지㈜ 등
이재익	실장	연구총괄	서울대학교 (재료공학, 박사)	POSCO, Arizona Material Lab., LG 실트론
황석찬	책임연구원	연구총괄	숭실대학교 (컴퓨터공학, 박사)	지능형로봇연구소, 한국과학기술정보연구원, (주)네오퍼스
서영대	선임연구원	H/W 개발	경원대학교 (전자공학, 석사)	경동네트웍, ㈜싸이니티 등
이정남	선임연구원	연구총괄	서울산업대학교 (건축공학, 박사과정)	(사)IBS Korea
심형용	선임연구원	S/W 개발	중앙대학교 (컴퓨터공학, 석사)	㈜ LG전자 네트워크기술연구소, KCC정보통신 정보기술연구소 등
김용진	주임연구원	H/W 개발	한양대학교 (전자컴퓨터통신, 박사과정)	㈜승진정밀, ㈜시앤시인스트루먼트 등
김창규	주임연구원	H/W 개발	서울산업대학교 (제어계측공학, 석사)	
김보혜	연구원	S/W 개발	동명대학교 (정보통신공학, 석사)	
이정운	연구원	H/W 개발	전남대학교 (전기공학, 석사)	
선한걸	연구원	H/W 개발	전남대학교 (전기공학, 석사)	
곽영천	연구원	F/W 개발	서울산업대학교 (제어공학, 석사)	㈜썬스타 R&C
나연정	연구원	BIPV 개발	동국대학교 (건축공학, 석사)	

박미주	연구원	태양광시스템 개발	성균관대학교 (태양광시스템, 석사)	
한성민	연구원	F/W 개발	항공대학교 (항공전자공학, 석사)	
이경일	연구원	H/W 개발	원광대학교 (전기공학, 석사)	
곽동선	연구원	H/W 개발	고려대학교 (전자전기공학, 석사)	
박연아	연구원	S/W 개발	동덕여자대학교 (전산통계학, 학사)	

4. 생산시설

보 유 시 설			계 획 시 설		
시 설 명	수 량	장부가액	시 설 명	수 량	장부가액
보유 無					
비 고 (시설의견)					

5. 요약 재무상황 및 영업실적

단위: 백만원

구 분	전 전 기 (2006년)	전 기 (2007년)	당 기 (2008년)
매 출 액	11	667	1,512
당기순이익	-120	176	344
총 자 산	29	412	1,174
총 부 채	128	234	502
자 본 금	50	150	300
비 고 (외부감사의견 등)			

참고 문헌 및 Web Site

1. “2007 하수도 통계”, 환경부, 발간등록번호 11-1480000-000159-10, 2008, 2.
2. 유영선, “로봇과 우리생활”, robot4us, 2008, 1.
3. "IT융합 분야-지능형 로봇“, ICT Standardization Roadmap 2009, 전자통신동향분석, 2009, 2.
4. "로봇 시장통계”, 정보통신연구진흥원, 전자정보센터(EIC), 2008, 8.
5. 지경용, 김유진, “IT-BT 융합분야에서 의료용 로봇시장의 동향 및 전망”, 전자통신연구원, 전자통신 동향분석, 23권 2호, 2008, 4.
6. 구지회, “건설-IT 컨버전스 전망”, 한국건설기술연구원, 유비쿼터스 국토연구부, 2007, 7.
7. 나덕주, “일본 서비스 로봇시장 현황과 향후 전망”, 한국과학기술정보연구원, 2007, 5.
8. 정만태, “로봇산업의 2020 비젼과 전략”, 산업연구원, 정책자료 2008-63, 2007, 8.
9. 백상훈, 류성무, 조세곤, 최혁렬, “ 배관 검사 로봇 시스템 개발”, 대한 기계학회 논문집 A권, 제 25권 12호, pp. 2030-2039, 2001.
10. 기술보증기금 표준 재무정보.
11. 기술보증기금, "기술가치평가 실무요령", 지식경제부, 2008.5.
12. 한국특허정보원(http://www.kipris.or.kr/)
13. 일본 특허청(http://www.jpo.go.jp/)
14. 유럽특허청(http://www.epo.org/)
15. 미국특허청(http://www.uspto.gov/)