

ROBOTICS

1장 : 입문

강사 : 김성관



<http://RAIC.kunsan.ac.kr>

Robot의 어원

로봇의 어원은 체코슬로바키아어의 강제노동을 뜻하는 r o b o t a이며, 1921년 체코슬로바키아의 극작가 Kar e l Capek가 그의 풍자적인 희곡 R.U.R' (Ros sum' s Univer sa l Robot s) 에서 처음 사용하게 되었다

Teleoperators, underwater vehicles, autonomous landrovers, etc.

로봇이란 컴퓨터의 제어하에 어느 정도의 자율성을 갖는 모든 것을 통칭할 수 있다.

Robot history

1947 : The first servoed electric powered teleoperator.

1948 : Teleoperation with force feedback.

1949 : CNC에 대한 연구 시작.

1961 : The first Unimate robot이 제작됨 – GM사에 설치

1980 : 산업용 로봇 산업체에 안정적으로 보급

1990 : 지능형 로봇의 발전

1999 : 최초의 애완로봇 AIBO 출시

2004 : 화성탐사 로봇 SPRIT – NASA

2006 : 국방로봇 BiGDog – Dinamix

2010 : 비행 드론 Fraime Air - Amazon

Robot의 개요 및 정의

ROBOT(manipulator)

로봇의 사전이나 공상 과학 등에서 기계 인간으로 정의되는 경우가 많으나, 이는 좀 더 실용적인 측면으로 정의되는 것이 바람직할 것이다.

산업용 로봇이란 다양한 작업을 수행하기 위해 여러 가지 프로그램된 동작으로 재료, 부품 등을 이동 및 조립하기 위해 설계된 다기능 조작기(multifunctional manipulator)

→ 단순히, 인간 팔의 작업 기능을 모방한 로봇으로 고정된 장소에서 작업을 수행

MOBILE ROBOT

인간의 개입 없이 실시간으로 이동하여 유용한 작업을 수행할 수 있는 자동화 장치

→ 즉, 로봇에 더욱 다양한 기능을 부여하기 위해 기존의 로봇에 인간과 같은 이동 기능을 부여한 로봇

Legged Mobile Robot : 여러 개의 관절로 이루어진 다리를 이동기구로 한다.

Wheeled Mobile Robot : 로봇에 장착된 바퀴를 지표면에 접촉하여 구동시킴으로써 지표면을 단독으로 이동가능 (산업용으로 AGV: Automatic guided vehicle가 실용화)

ROBOT

• Robot Manipulator

- . 1-Axis Manipulator
- . 2-Axis Manipulator
- . 3-Axis Manipulator
- . 4-Axis Manipulator
- . 5-Axis Manipulator
- . 6-Axis Manipulator
- . Redundant Manipulator

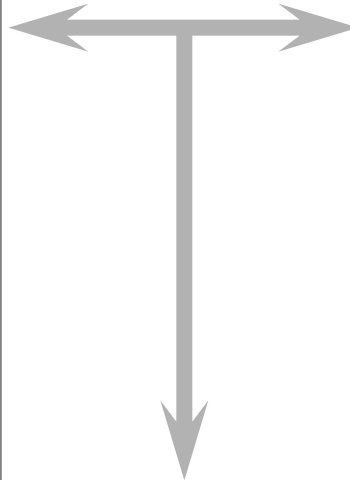
• Mobile Robot

Legged Mobile Robot

- . Hopping type
- . Human type
- . Horse type
- . Insect type

Wheeled Mobile Robot

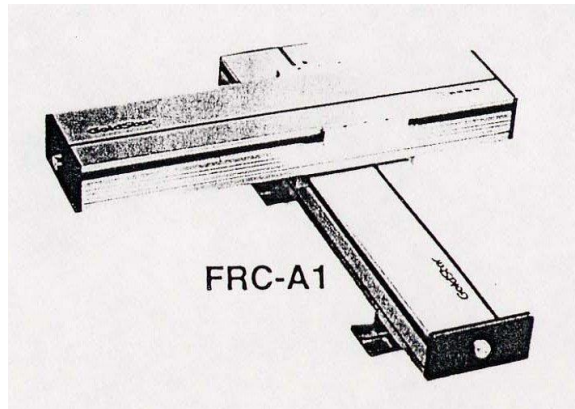
- . Steering & Driving type
- . Driving & Driving type
- . Hybrid type
- . Stanford Wheel type
- . Mechanam Wheel type
- . Ball Wheel type



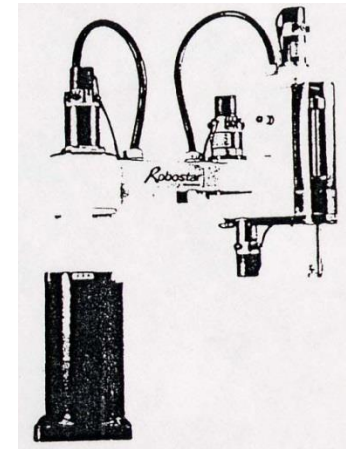
In recent years, the area of robotics application has been expanded due to the addition of mobility

• Robot Manipulator

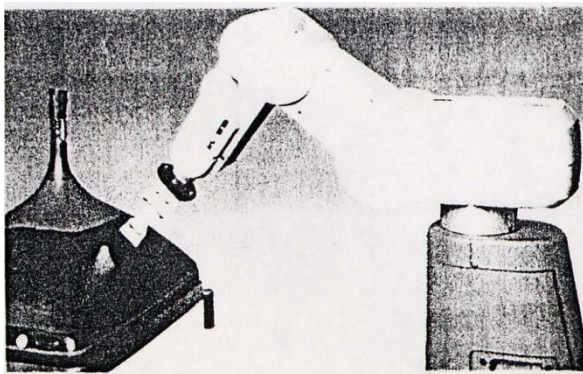
2-Axis



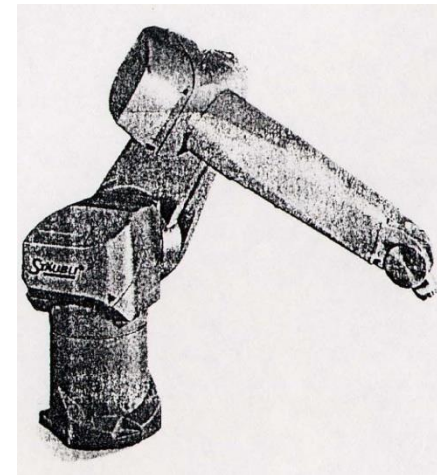
4-Axis



5-Axis

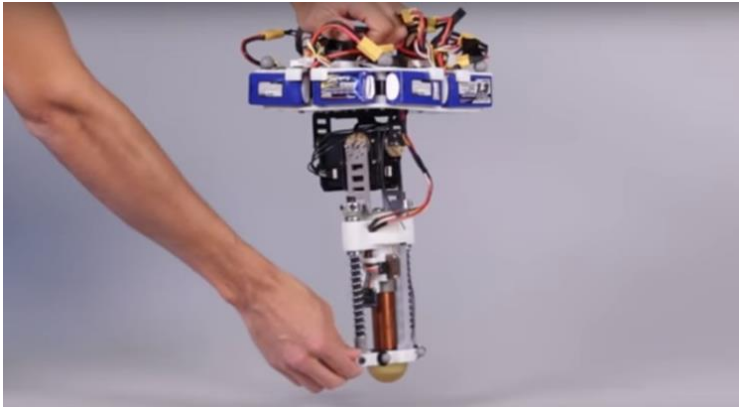


6-Axis



- **Legged Mobile Robot**

Hopping Type(1-Legged)



Human Type(2-Legged)



Horse Type(4-Legged)

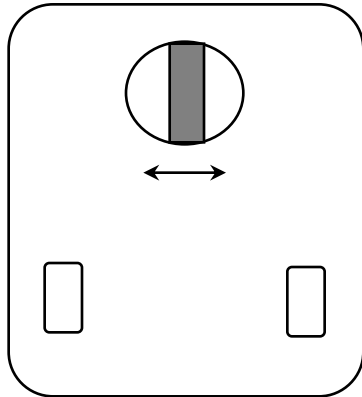


Insect Type(6-Legged)

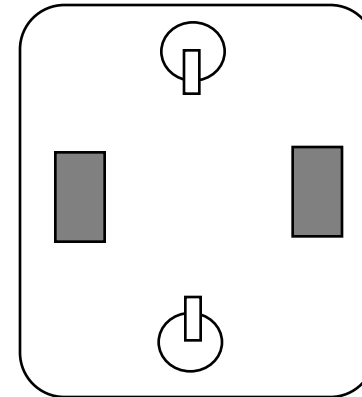


• Wheeled Mobile Robot

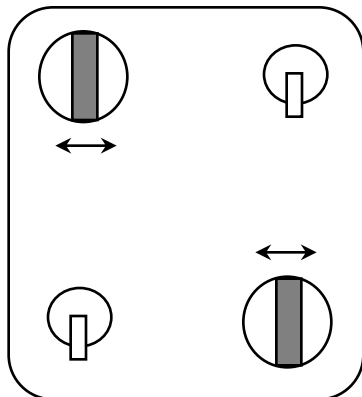
-. Steering & Driving Type



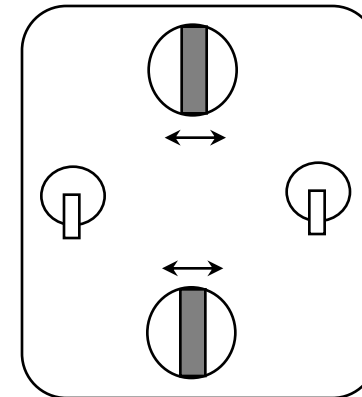
-. Driving & Driving Type



-. Hybrid Type I



-. Hybrid Type II



● Application Example of Mobile Robot

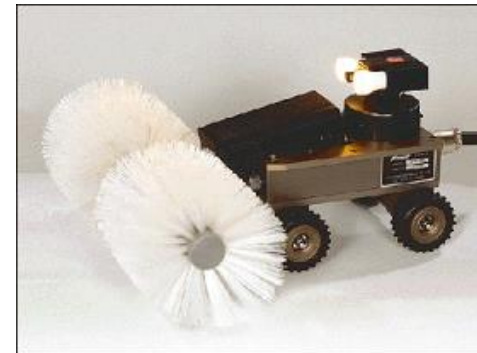
Servus Robot사의 건물의 바닥 청소용 서비스 로봇



Carnegi Melron 에서 개발한 Xavior



MT System 사의 덕트 청소용 로봇, 'XPW'



- Application Example of Mobile Robot

서비스 로봇 Dream2020



청소 로봇



탐사 로봇 Sprite



- **Application Example of Mobile Robot**

감시로봇 ASTRO



보안 로봇 ROBERT3



• Application Example of Mobile Robot – Entertainment Robot

Domestic : 다진시스템, (주)로보블럭, etc...

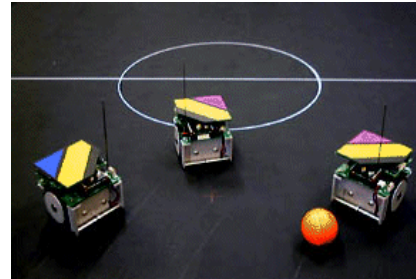
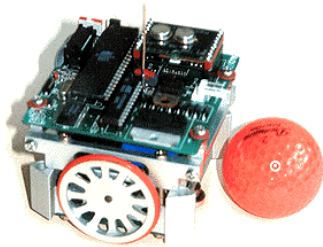


Abroad : SONY(Japan), Bandai(Japan), Lego(Denmark), etc



● Application Example of Mobile Robot – Soccer Robot

Domestic : 유진로보틱스, 한울로보틱스, 로커, 마이크로어드벤처 등



Abroad : Tomy(Japan), Bandai(Japan), etc..

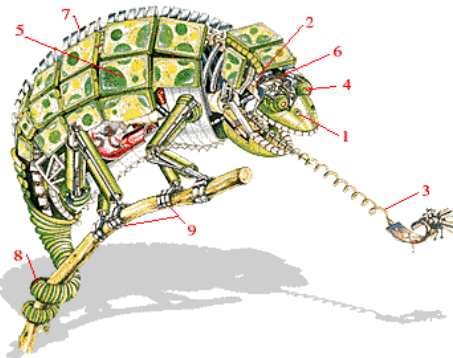


- **Application Example of Mobile Robot – Thema-Park Robot**

Domestic : 로커



Aboard : TheTech(USA), Entertainment robots(USA)



- **Application Example of Mobile Robot – Personal Robot**

Domestic : 삼성전자, 우리기술 등



Aboard : Honda (Japan), NEC(Japan), Fraunhofer IPA (Germany), etc





세계 수준의 국내 최초 '홈로봇' 개발 (주)한울로보틱스 (주)삼성전자

- 이름 - 아이꼬마 (icomar)
- 키 - 60cm
- 무게 - 10kg

{ 아이꼬마의 기능 }

1. 아무도 없는 집안에서 도둑 침입 감지 및 침입상황을 핸드폰으로 문자 전송기능
2. 무선 인터넷 통신 기능으로 원격제어 및 로봇의 움직임, 위치 확인가능
3. 음성인식 기능으로 대화가 가능하며, 음성을 이용한 명령 전달 기능
4. Brood war, Diablo, Fortress 등등의 일반 PC에서 즐길 수 있는 게임 기능
5. 전래동화, 외국동화 등의 동화구연 및 눈, 손, 음성을 이용한 감정 표현기능
6. USB Camera를 이용한 화상통신, 얼굴인식, 영상 녹화기능



감성 로봇 : 라이 : KAIST, 한울로보틱스



인간의 기분을 읽고 화를 풀어주는 감성로봇이 개발됐다.
한국과학기술원(KAIST) 곽윤근 교수(기계공학과)는
인간의 감정 상태를 읽어내고 이에 맞춰 행동하는 감성로봇인
‘라이’(사진)를 개발했다고 6일 밝혔다.

호랑이를 모델로 한 이 로봇은 현재는 인간의 목소리를 듣고
화가 났는지 즐거운지 파악한다. 곽 교수는 눈에도 추가로
카메라를 달아 얼굴 표정을 보고 찡그렸는지 웃는지 등 사람의
감정 상태를 알 수 있도록 할 계획이다.

만일 사람이 화가 난 상태라면 이 로봇은 애교있는 목소리로
말을 건네며 발짝 서거나 강충강충 뛰는 등 귀여운 행동을 보여준다.
또 사람에게 문제를 내 수수께끼 놀이를 시작한다. 사람이 답을
맞히지 못하면 스무고개처럼 힌트도 주고, 맞히면 다른 문제를 낸다.
연구팀은 앞으로 기분을 풀어주는 음악을 틀어준다든가 우스갯소리를
하는 등 다른 기능도 이 로봇에 내장할 계획이다. 이 로봇은 사람이 기분이
좋으면 왜 기분이 좋은지 물어보는 등 다양한 대화를 시도한다.
곽 교수는 벤처기업인 한울로보틱스와 함께 내년 5월 이 로봇을
제품으로 선보일 계획이다.



”집 잘 지켜줘” Tmsuk사의 방범로봇 Banryu T73S가 일본 요코하마에서 열리고 있는 로보텍스에서 모델의 손에 다리를 올리고 있다. 이 로봇은 집안의 상황을 담은 사진을 모바일폰으로 전송해 집안의 침입자를 감시할 수 있게 해준다.
(2003년, 4월 3일자, 조선일보)

로봇산업에 3조6080억 투자

정부는 로봇산업을 차세대 국가주력산업으로 육성하기로 하고 내년부터 **10년간 총 3조6080억원을 투자**, 환경을 인지해 인간처럼 지능적으로 판단하고 행동하는 지능형 로봇을 개발하기로 했다. 이를 위해 지능형 로봇기술 개발과 구심역할을 수행할 ‘(가칭)지능로봇전문연구소’가 설립되고 특히 전문학과와 신설 및 재편을 통해 2011년까지 박사급 600명을 포함, 총 6600명의 지능로봇 개발·공급 전문 인력을 양성키로 했다.

과학기술부는 19일 이같은 내용을 골자로 한 ‘국가 지능로봇기술 발전 기본계획(안)’을 마련, 발표했다. 이 기본계획안에 따르면 내년부터 2011년까지 정부 2조2400억원, 민간 1조3680억원 등 총 3조6080억원을 투자해 지능형 로봇 원천기술·응용 및 실용화기술과 지능로봇전문연구소·지능로봇연구단지 등 인프라를 구축, 세계 3위권의 지능로봇관련 지적재산권과 표준화의 국가경쟁력을 확보한다는 계획이다. 정부는 로봇산업이 전후방산업에 대한 파급효과가 막대한 점을 감안, 이러한 지원을 바탕으로 10년 후에는 지능형 로봇산업을 반도체와 자동차에 이은 차세대 국가주력산업으로 육성할 방침이다.

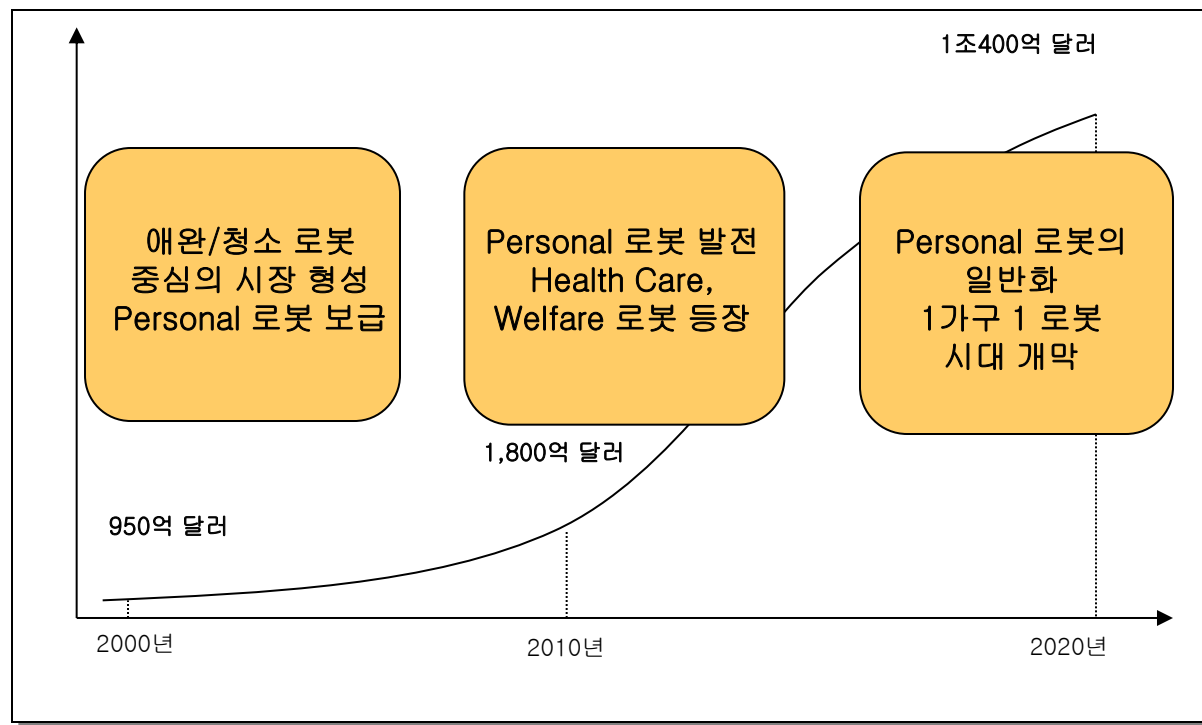
특히 세계적 기술우위를 선점할 **생산지원로봇·인간지원로봇·국가전략적특수로봇·지능로봇 공통핵심기술 등 5개 분야를 선정**, 집중 육성을 통해 지능 로봇 독자개발 능력을 확보해 2011년 약 1800억달러로 예상되는 세계 지능형 로봇시장의 10%를 점유한다는 계획이다.

지능로봇개발 계획을 보면 오는 2004년까지 수술보조로봇·빌딩스페이스로봇·청소 및 안내로봇·안전차량시스템·지뢰탐지로봇 등을 개발하고 2007년 또는 2008년까지 광통신생산로봇·가사로봇·최소침습수술로봇·화생방오염제거로봇·인공위성로봇 등을, 2011년까지 지능형 생산로봇·육아보육로봇·무선전투차량로봇·수술자율로봇 등을 각각 개발한다는 계획이다

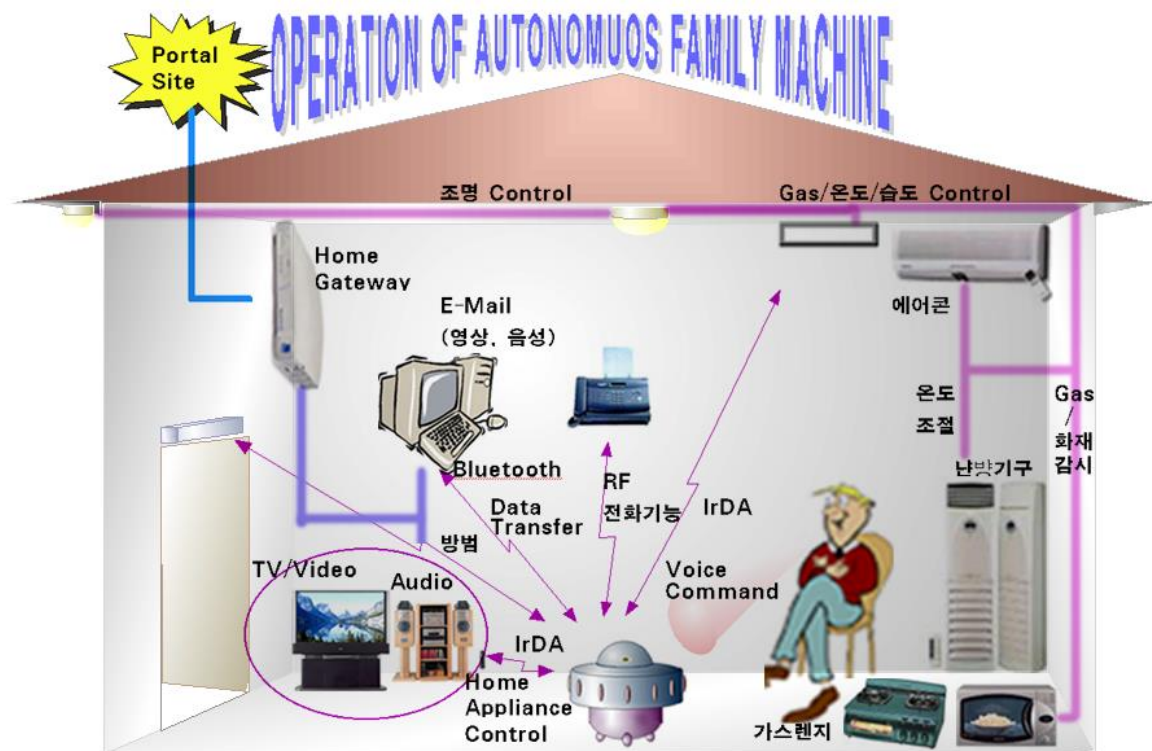
○ 신문게재일자 : 2001/10/20

○ 입력시간 : 2001/10/19 16:31:07

• Market of Personal Robot

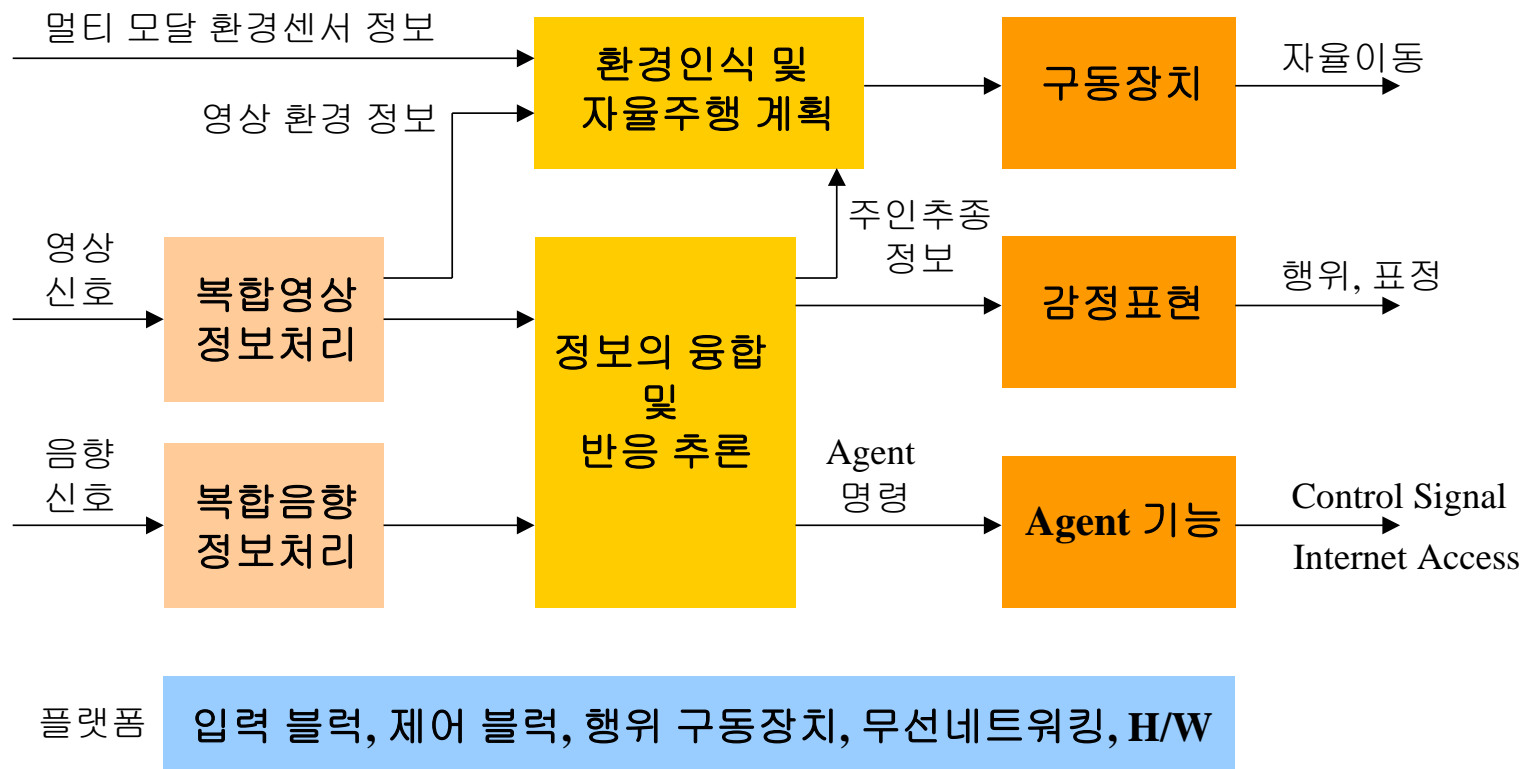


• Autonomous Family Machine



AFM은 Autonomous Family Machine의 약자로서 그림1에서와 예시한 바와 같이 첫째, 생활 속에서 같이 대화하고 즐거움과 편리함을 제공하는 친근한 집안의 파트너로 감정적으로는 가족의 일원이 되며, 둘째, 주위 환경을 인식하여 자율적인 동작 수행, 학습 능력, Interactivity를 기반으로 다양한 기능을 수행하는 가정용 기기(Home Appliance)이며, 셋째, Internet, PC, Digital Device 등과 연계되어 Smart Agent의 역할을 수행하는 가정용품 정보 제어 기기로 정의된다.

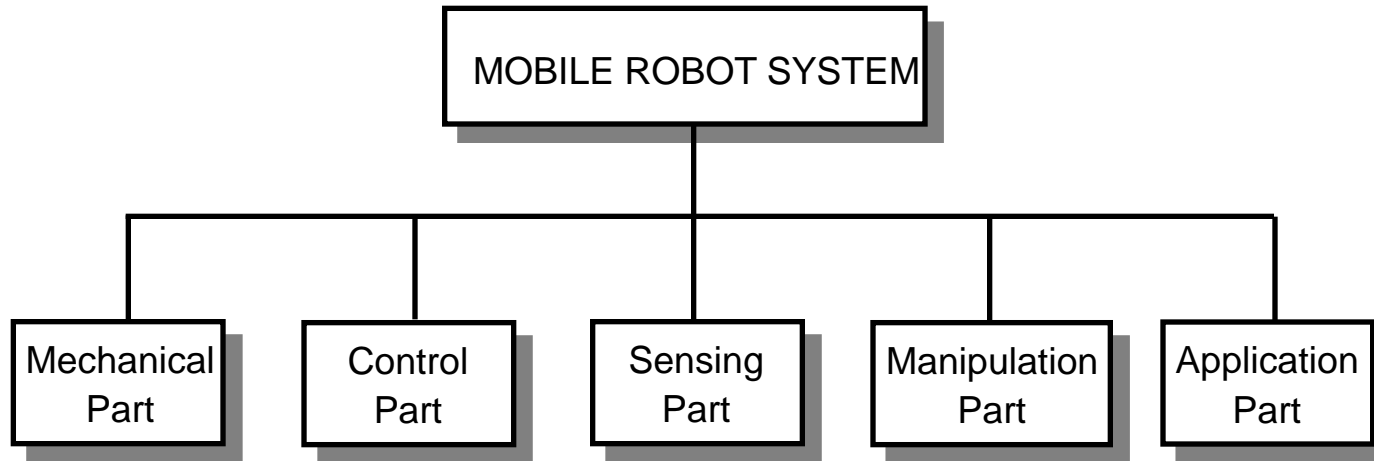
• Concepts for Autonomous Family Machine



RESEARCH CHALLENGES OF MOBILE ROBOT

- Hardware Aspect
 - Vehicle body
 - Controller
 - Actuator
 - Sensors
- Software Aspect
 - Operating System
 - Map & Path-Planning
 - Autonomous Navigation
 - Position Estimation

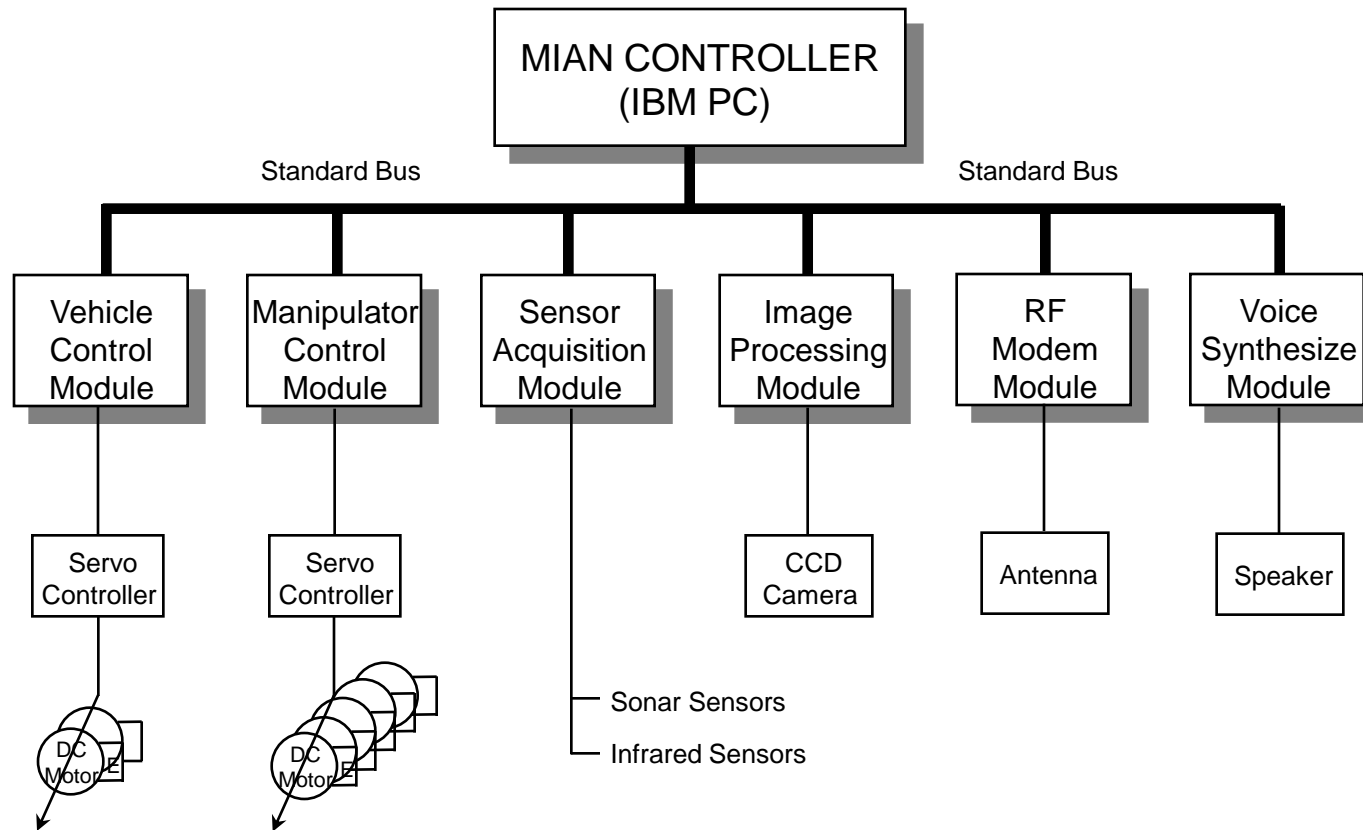
- **Block Diagram of Mobile Robot System**



- **Application Area of Mobile Robot System**

- . Automated Guided Vehicle(AGV)
- . Document Delivery Robot in Office Building
- . Nursing Robot in Hospital
- . Guide Robot for Handicapped people
- . Serving Robot
- . Wafer Handling Robot in Semiconductor Factory

- **Hardware Block Diagram**



MAP & PATH-PLANNING

- **Mapping Method**

- Graph method : delicate but long time
- **Grid Method** : not delicate but short time

- **Path-Planning Method**

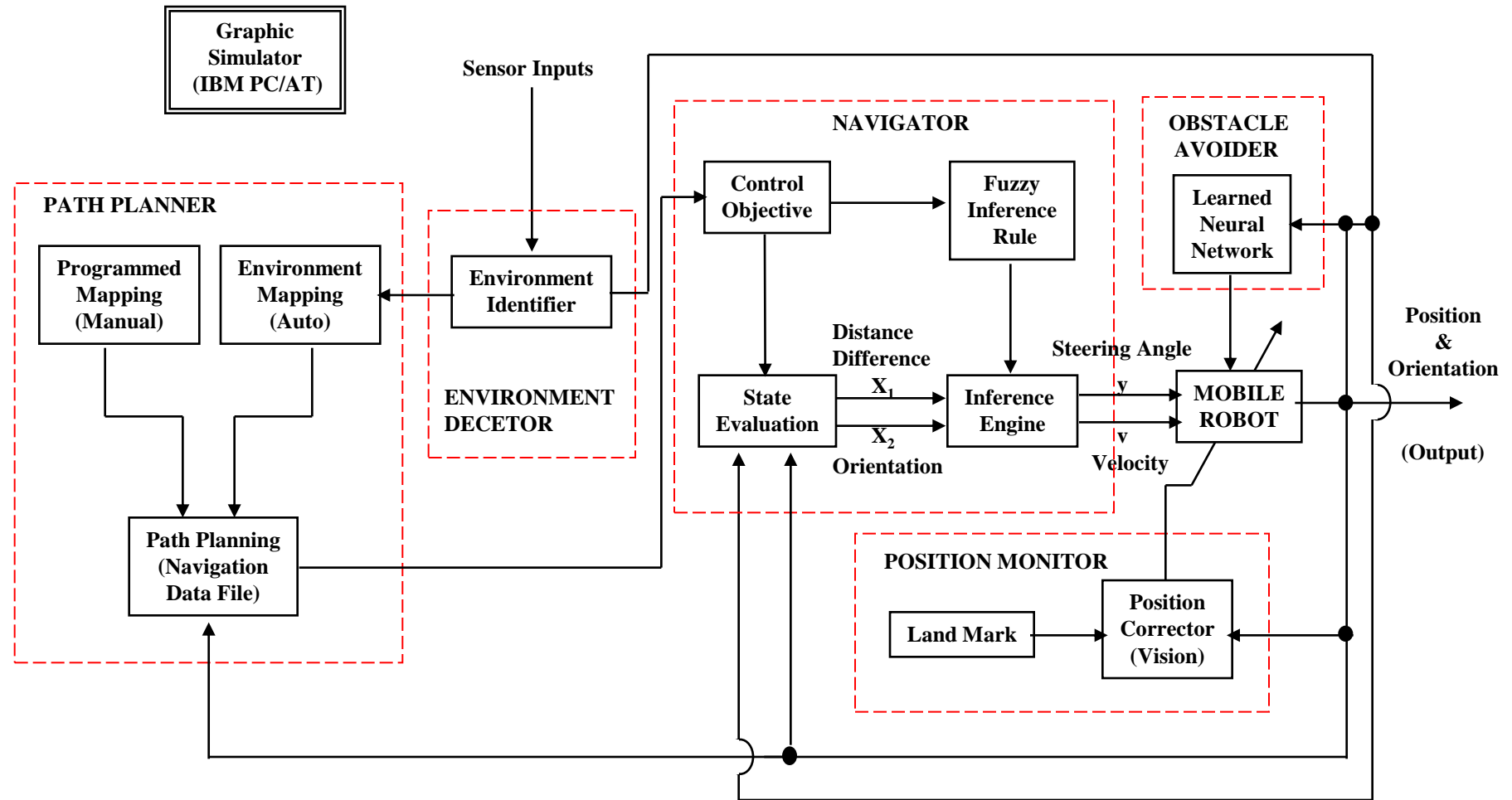
- Voronoi method : delicate but long time
- Potential method : delicate but vibrated moving
- 4 or 8 Connection method : correct but long time
- **Movable Window Method**

Using the sensor data fusion technique of the data obtained by sonar sensors, generate the grid map



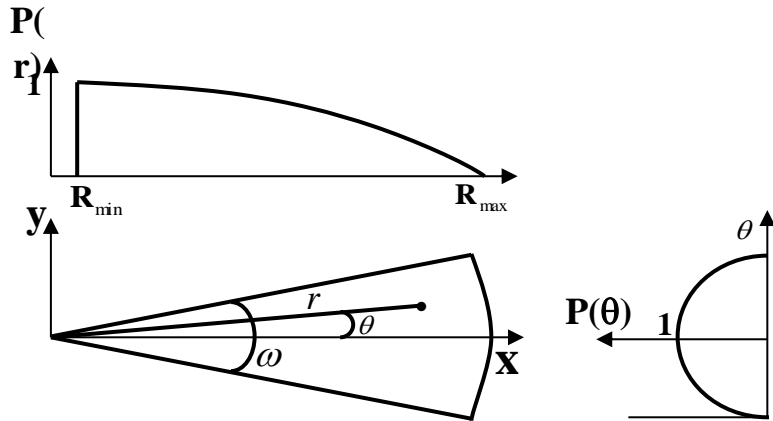
Having the generated grid map, plan the navigation path by the movable window method

• Block Diagram for Navigation System of Mobile Robot



Mapping Technique

• Modeling of the Sonar Snesor



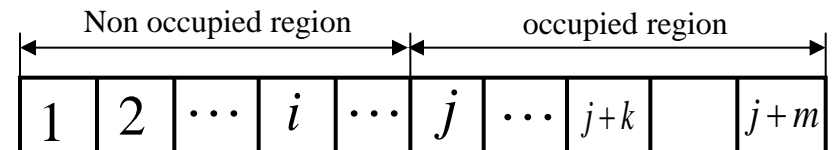
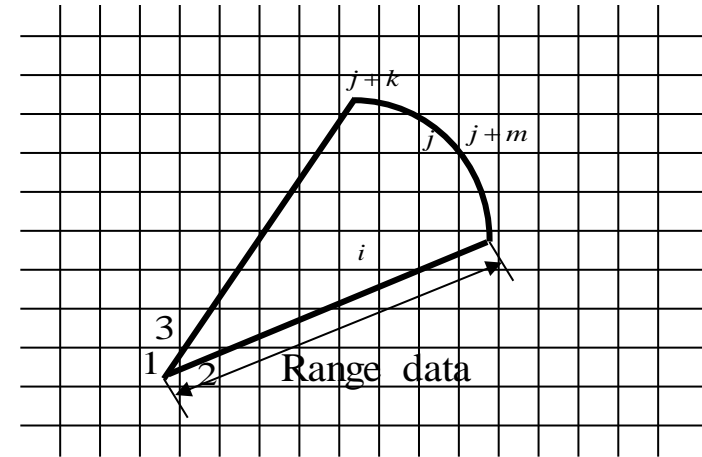
$$p(r) = 1 - \left(\frac{r}{R_{\max}} \right)^2 \quad R_{\min} \leq r \leq R_{\max}$$

$$p(\theta) = 1 - \left(\frac{\theta}{\omega/2} \right)^2 \quad -\omega/2 \leq \theta \leq \omega/2$$

$$P_{Det} = p(r) \cdot p(\theta)$$

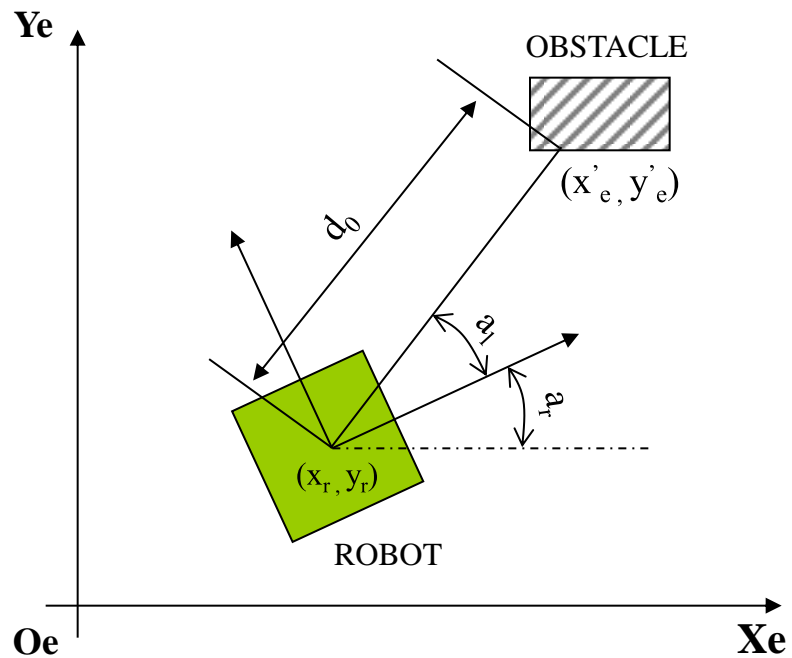
$$P_{Fal} = C \cdot P_{Det} = C \cdot p(r) \cdot p(\theta)$$

• Footprint of Beam and Rearranged Cells

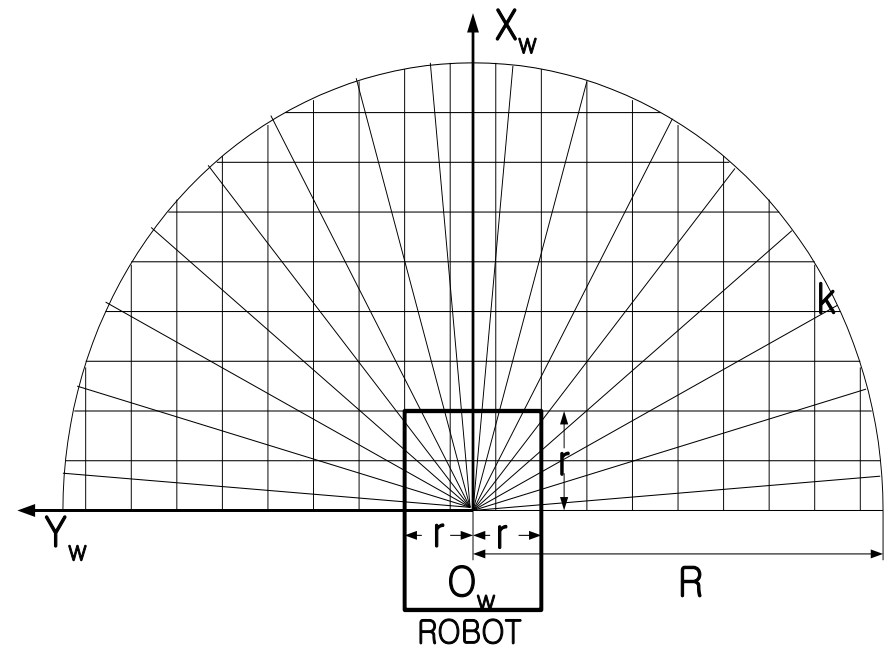


Path-Planning Technique

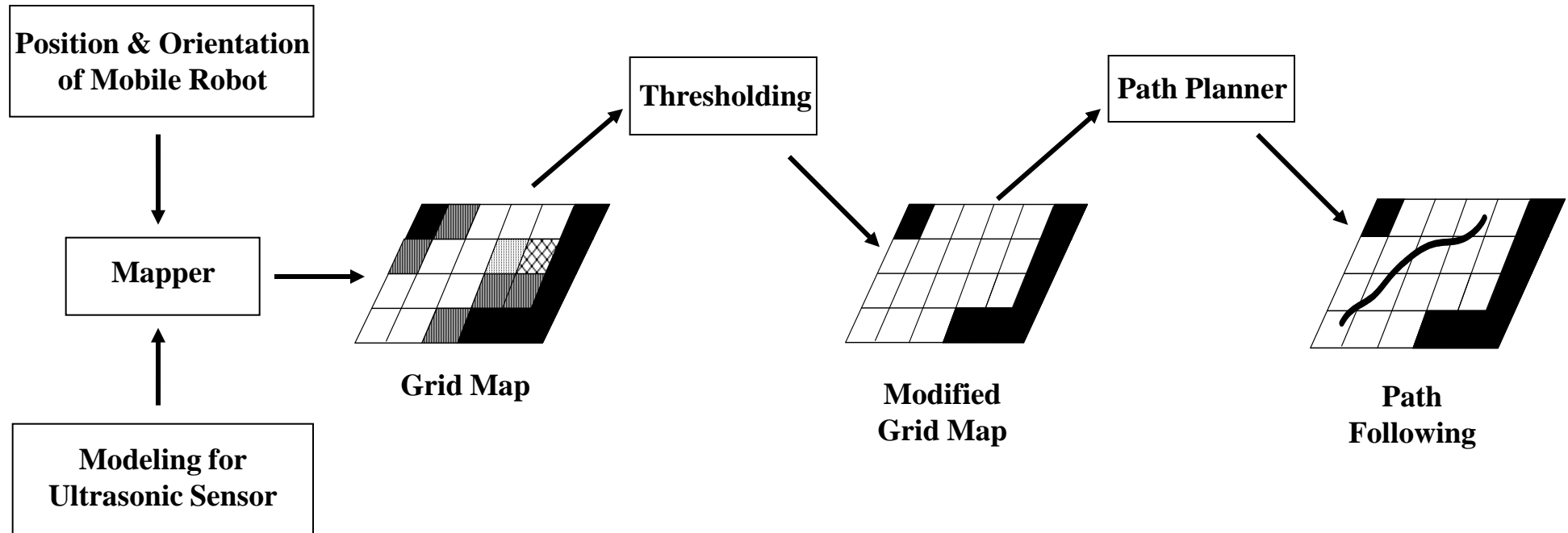
- Environmental Coordinate



- The Movable Window by Grid

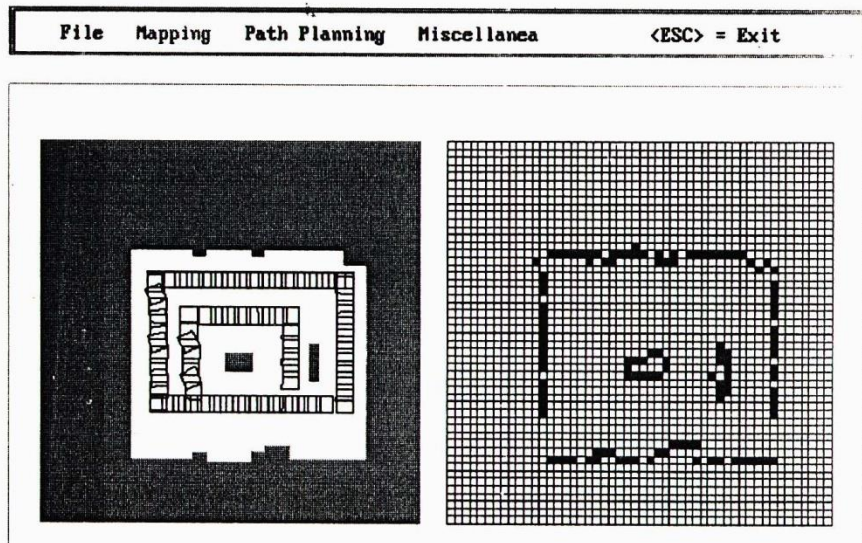


• Block Diagram for Map & Path-Planning

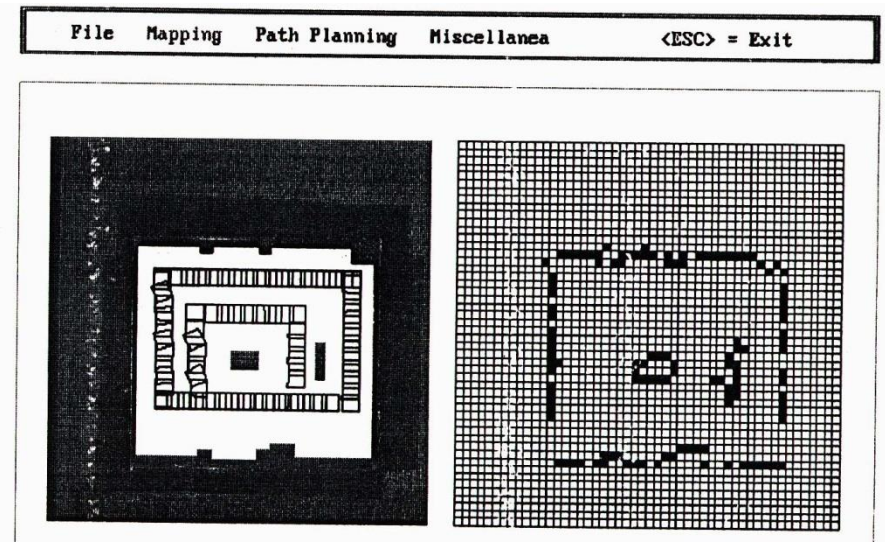


- **Experimental Results in Mapping Method**

- Simulation Example



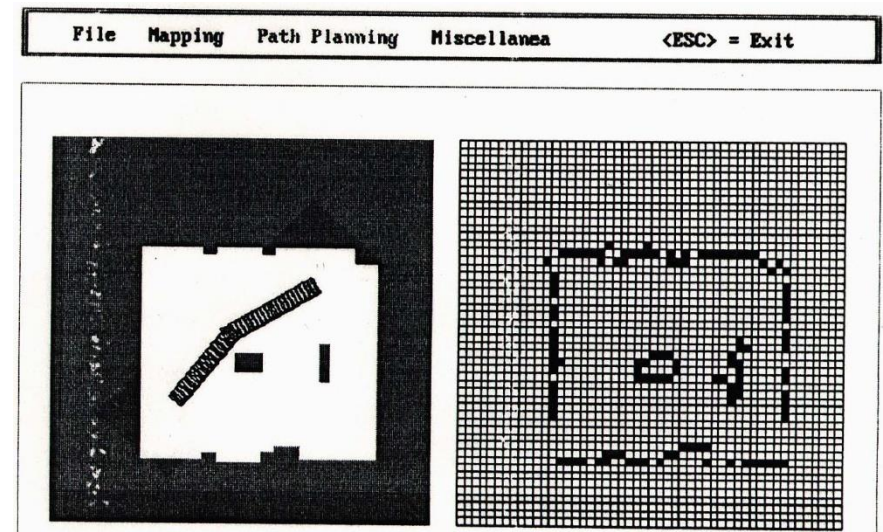
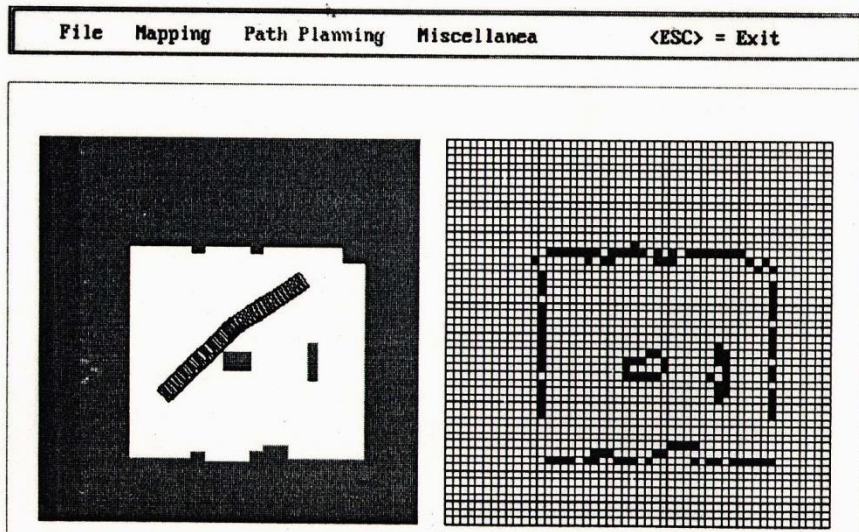
- Experiment Example



- **Experimental Results in Map & Path-Planning Method**

- Simulation Example

- Experiment Example



AUTONOMOUS NAVIGATION

- **Guided Method**

- Dead-Reckoning Navigation Method : Blind Running
- **Sonar Guided Method**
- Wire Guided Method : AGV(Automated Guided Vehicle)
- Landmark Guided Method
- Laser Guided Method
- Vision Guided Method

- **Feature of Mobile Robot**

It is difficult to model the navigation of a mobile robot mathematically since we have to consider various environmental conditions such as slippage, tear of wheel and oscillation by irregular floor.

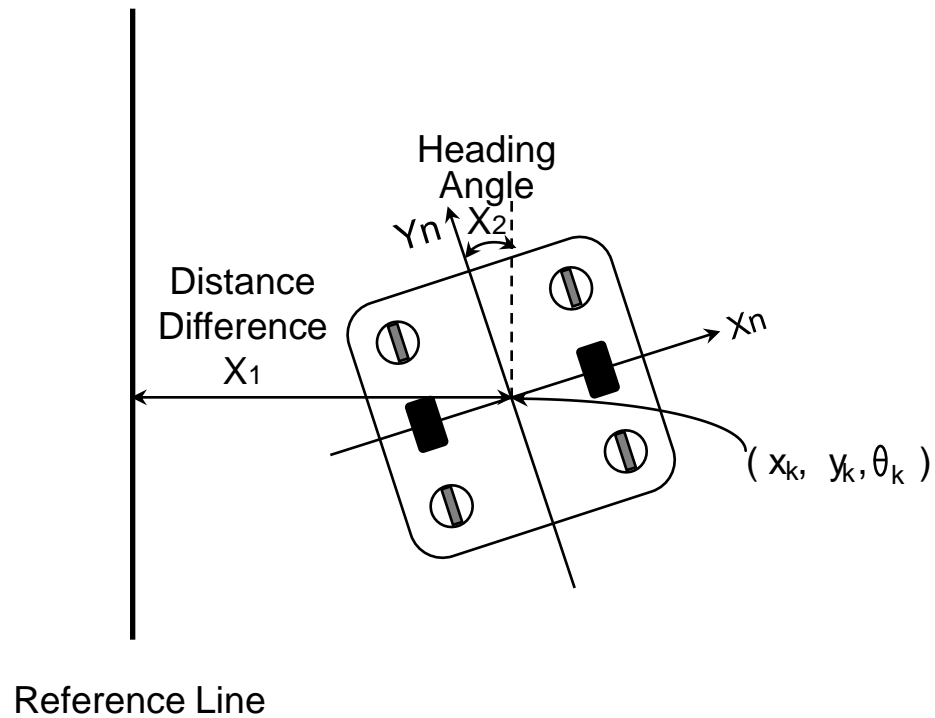
➔ ***AI technique to model the control action of an expert***

Fuzzy Control

+

Neural Network

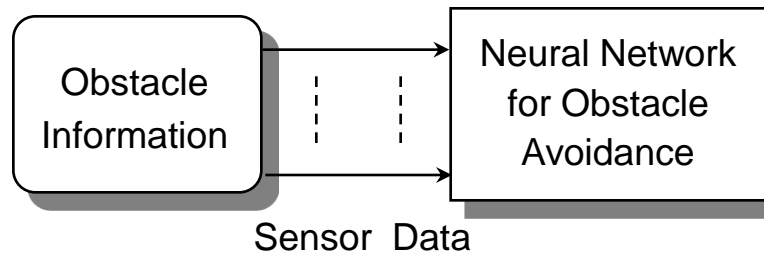
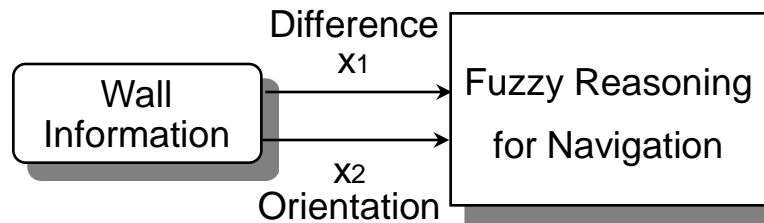
- **The Geometry for Navigation**



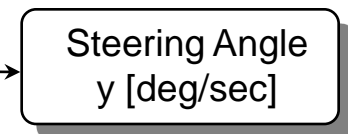
- Controller Inputs : Distance Difference X_1 and Heading Angle X_2
- Controller output : Steering Angle y

- **Control Strategy for Autonomous Navigation**

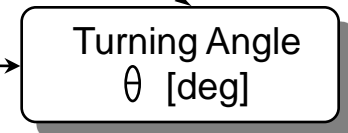
SENSOR INPUTS



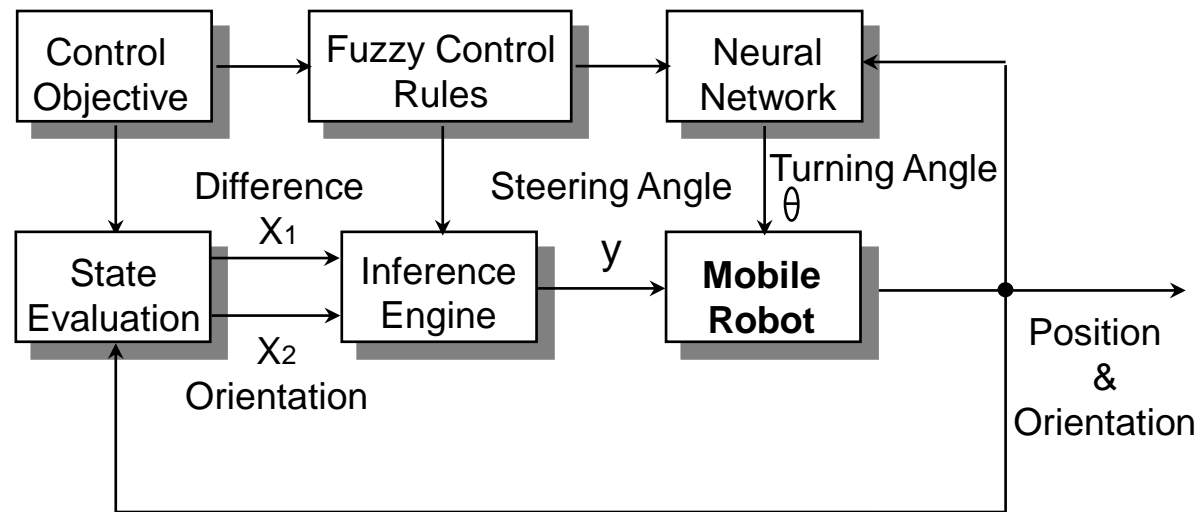
OUTPUTS



Difference Control Objective



- **Control Block Diagram for Autonomous Navigation**

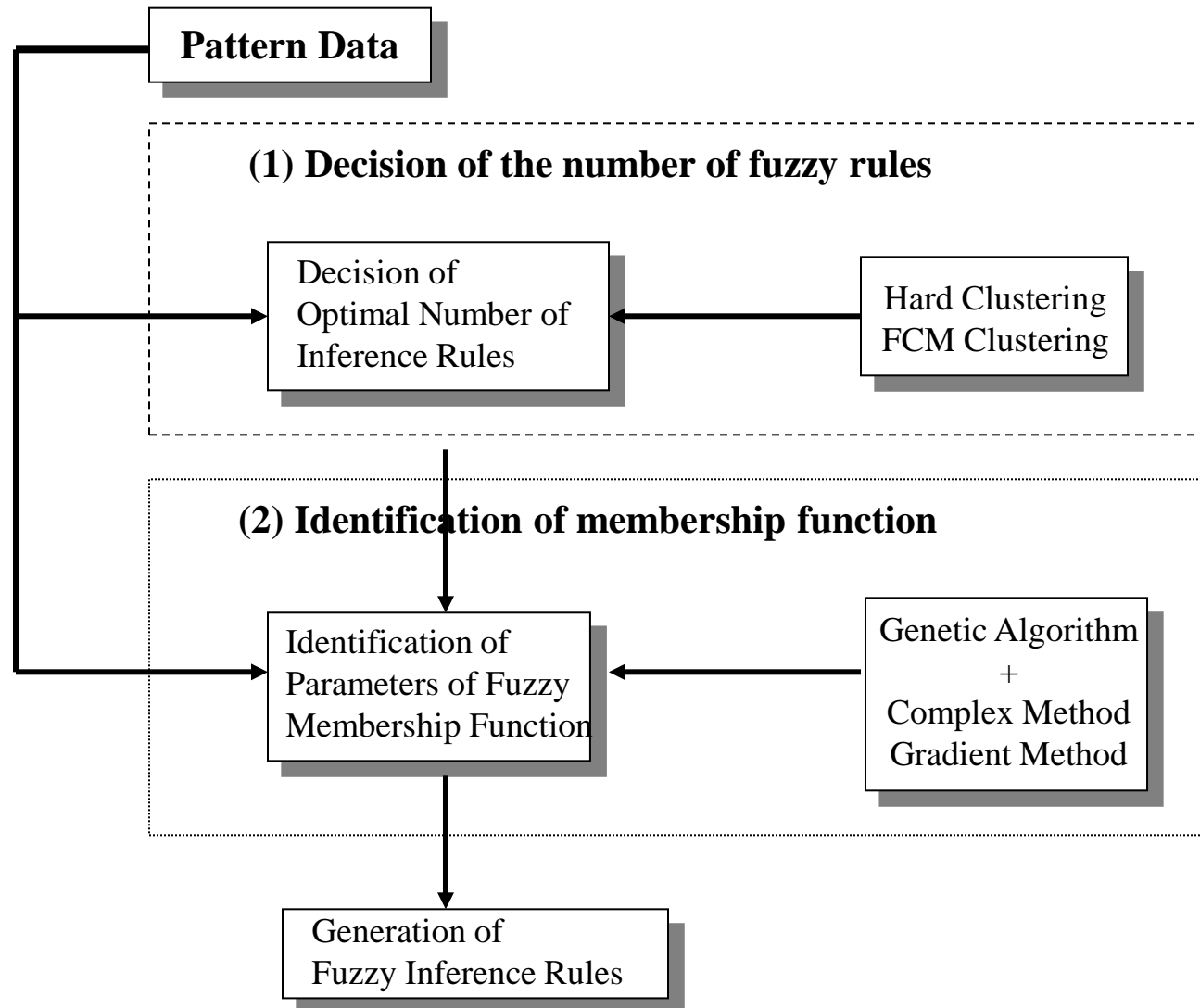


- ♦ **Key Point :**

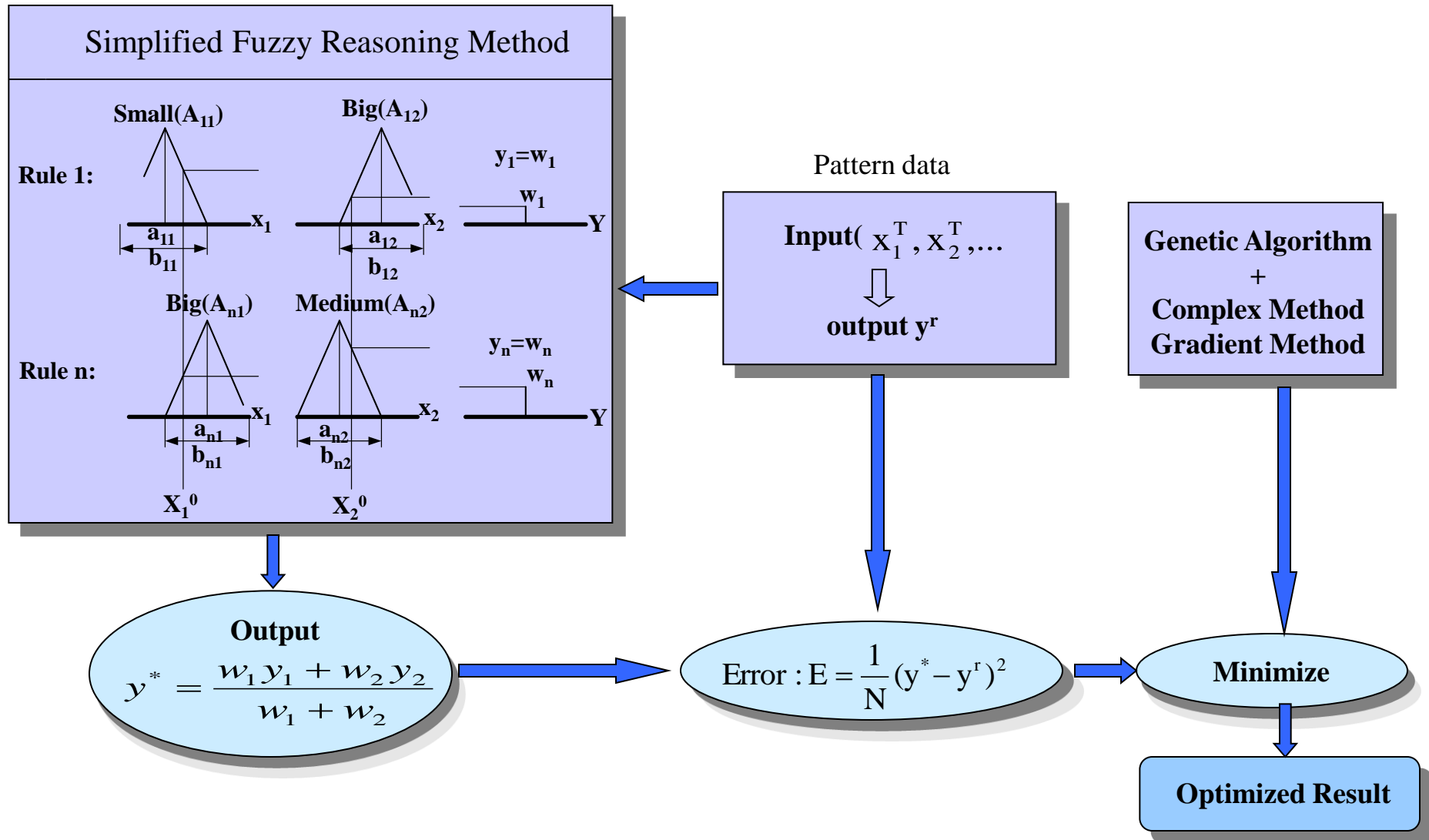
Using the input-output data obtained by the control action of an expert

- Identify the fuzzy control rules using FCM, GA and nonlinear programming techniques.
- Train the neural network for obstacle avoidance.

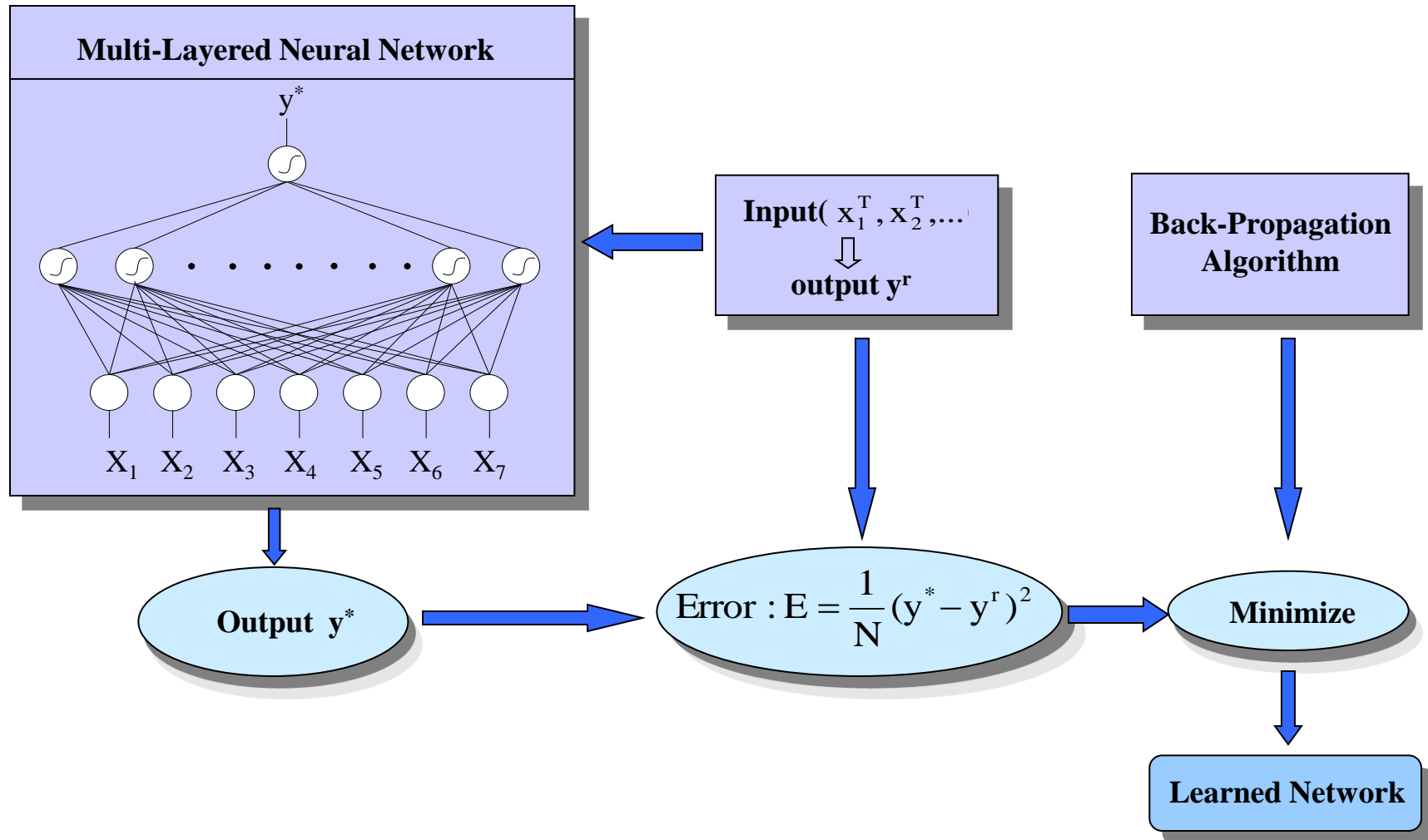
• Block Diagram for Fuzzy Modeling



- Identification Technique of Fuzzy Control Rules

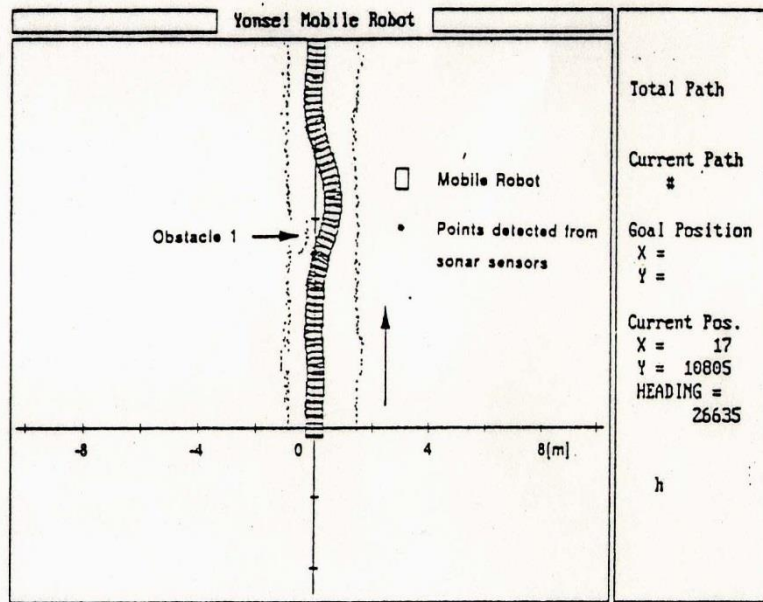


- Learning Technique of Neural Network

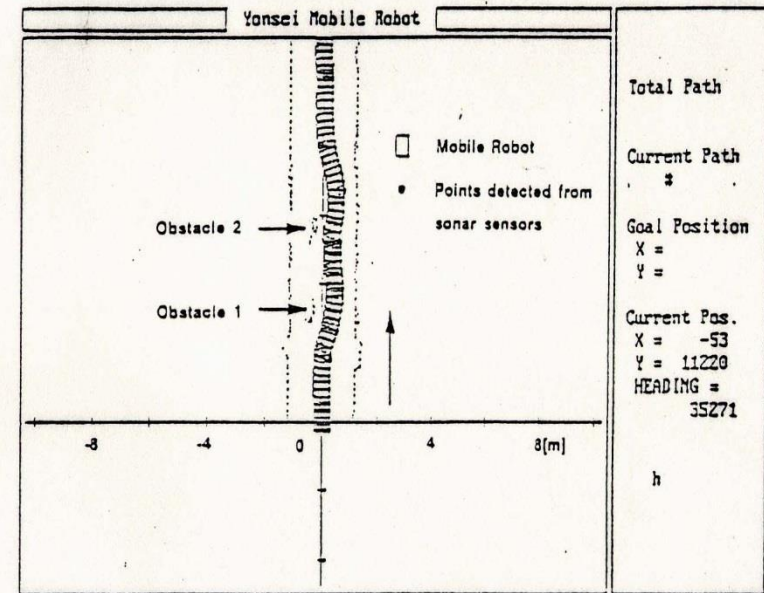


• Experimental Result in Obstacle Avoidance

- Autonomous Navigation Experiment 1



- Autonomous Navigation Experiment 2



POSITION ESTIMATION

- **Sensors for Position Estimation**

- ♦ Absolute Sensor(External Sensor) : Measuring the external position.

- **Vision Sensor(CCD Camera)**
- Laser Scanning Sensor
- Optical Sensor
- Sonar Sensor

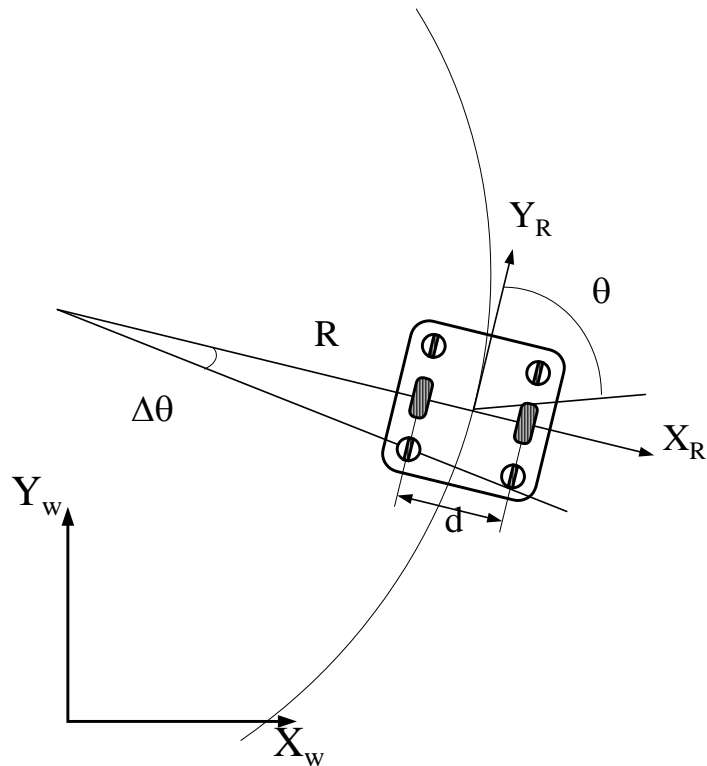
- ♦ Relative Sensor(Internal Sensor) : Measuring the relative position

- **Encoder**
- Accelerometer
- Gyroscope

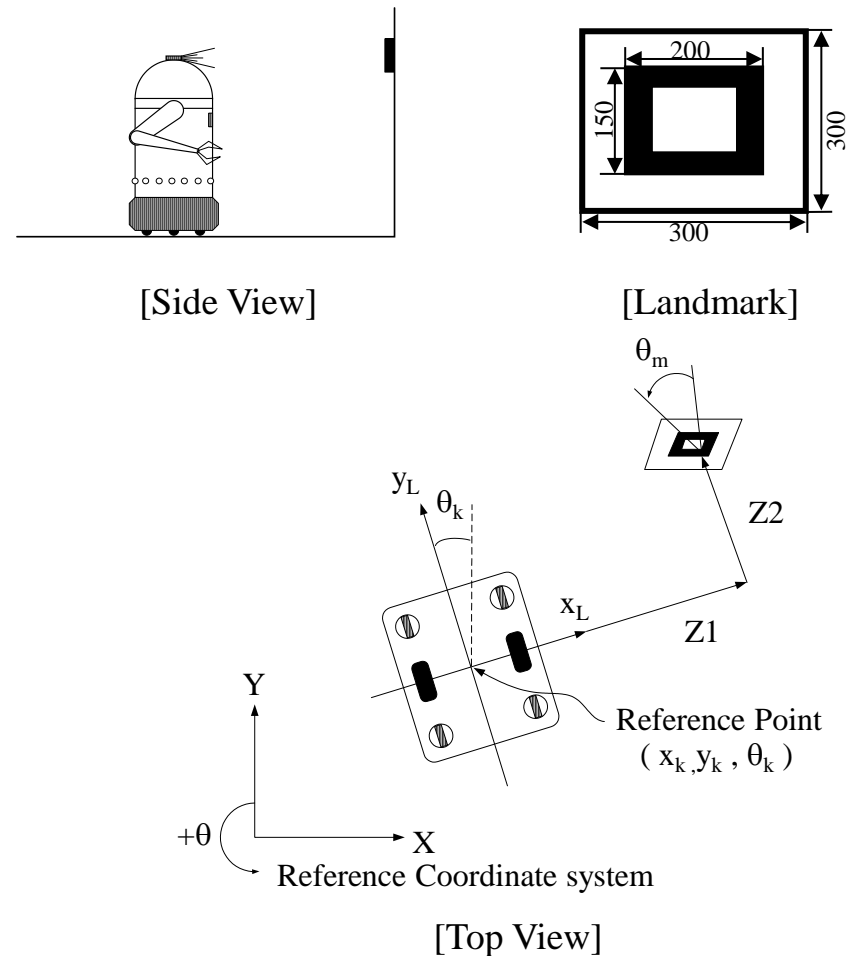
→ ***Estimate the position using Sensor Data Fusion Technique between absolute sensor and relative sensor by Kalman Filter***

• Position Estimation Techniques

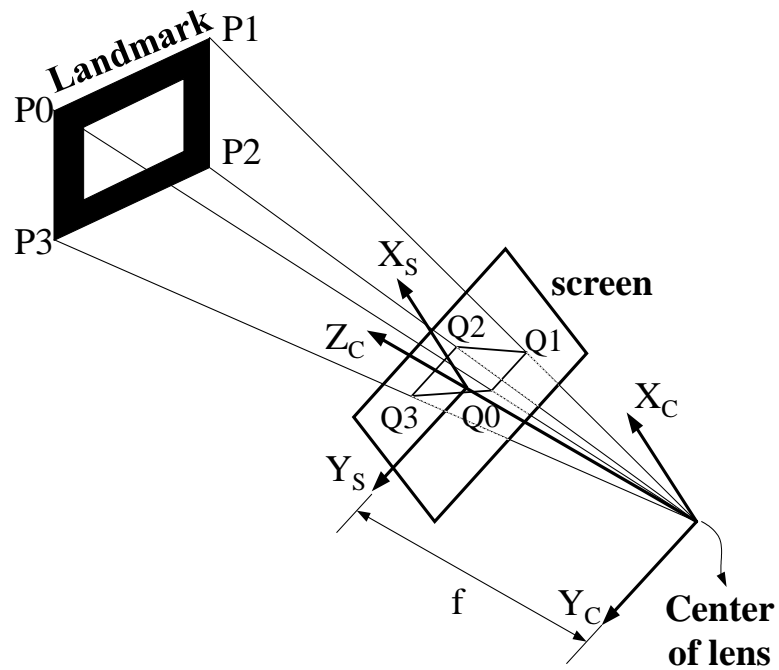
-. Position Estimation for Encoder



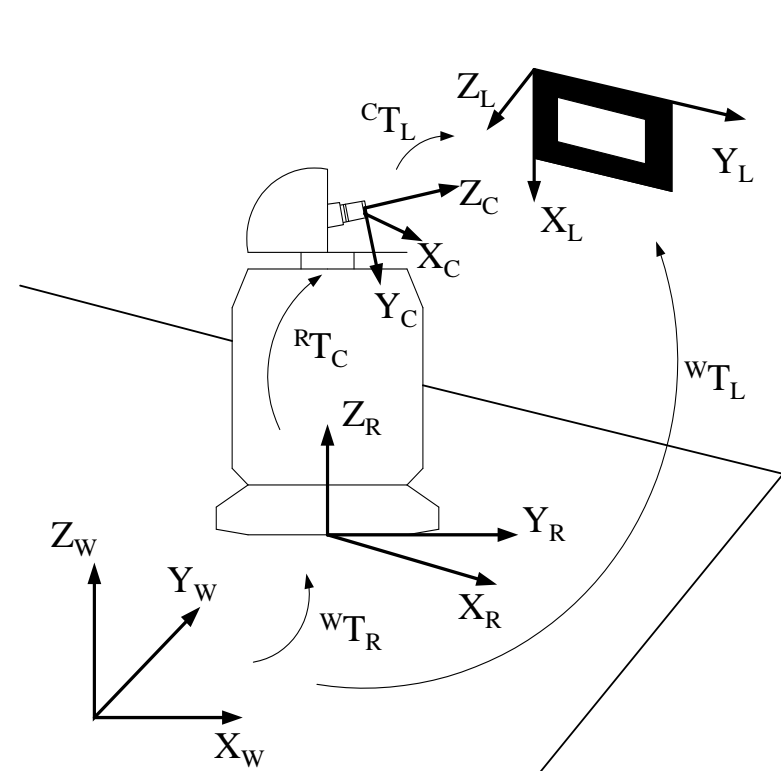
-. Position Estimation for CCD camera



- The Coordinate of Camera-Landmark

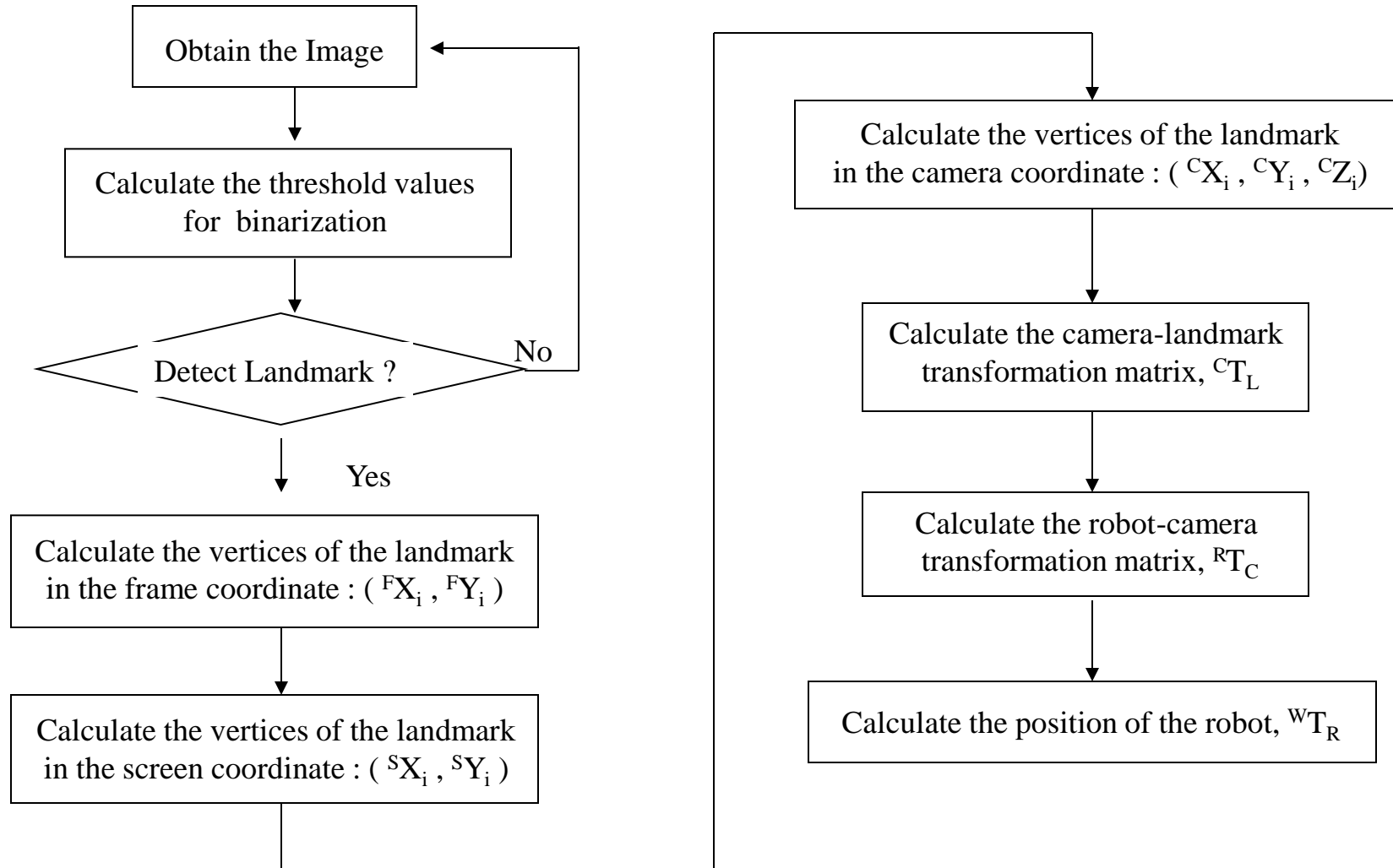


- Absolute Coordinate in a Vision System



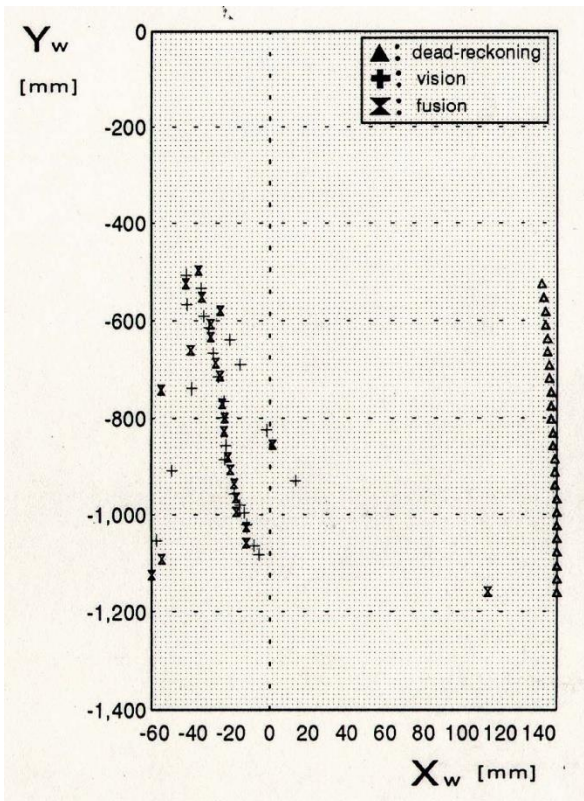
$$W^T_L = W^T_R R^T_C C^T_L \quad W^T_R = W^T_L C^T_L {}^{-1} R^T_C {}^{-1}$$

• Position Estimation Algorithm by Vision System

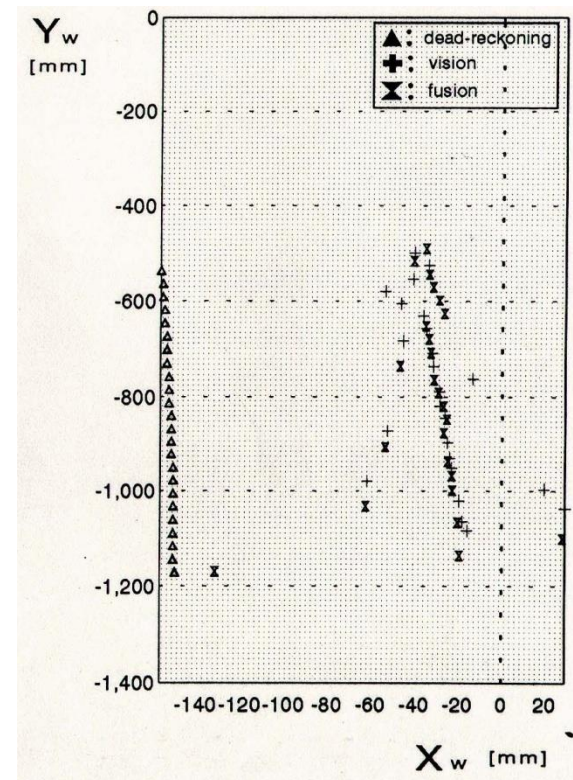


- Experimental Result in Position Estimation

-. Experimental 1



-. Experimental 2



FUTURE TREND OF MOBILE ROBOT

- Development and standardization of basic and fundamental technologies
- Integration of component technologies into a complete system
 - Sensor data fusion technique to recognize the environment
 - Autonomous navigation method using the AI techniques
 - Man-Machine interface techniques using internet
- Development of a real-time perception capabilities
 - Real-time position estimation using vision
- Development of key component hardware technologies
 - Sensors and actuators, controller H/W, etc

→ The development of the Internet_based autonomous mobile robot system