

〈一般研究課題〉 家庭内生活環境センシング基礎研究  
助成研究者 名城大学 楊 劍鳴



## 家庭内生活環境センシング基礎研究

楊 劍鳴  
(名城大学)

### 1. はじめに

近年、ロボットは人々の日常生活の中に入り込み、いわゆる家庭ロボットが普及していくと予想される。家庭内の環境変化など様々な状況の中で安全に働くことが期待されている。常に変化を含め整備されていない環境内で、家庭ロボットが自立的に、安全性かつ信頼性高く働くためにまず必要となるのは、環境の様子を探知することである。本研究は、一般家庭を対象として部屋レイアウトを探知するため「家庭内生活環境センシングシステム」の開発研究を目的とする。

センサは環境の情報を取り出して電気信号に変換するデバイスである。またその信号の処理により状況を知ることにする。本研究で生物の環境探索法を模倣し、生物の感覚や感覚情報処理系の中に、センサ構造および情報統合のための信号処理構造など独特な仕組みを見出すことによりスマートなセンシングシステムを構築する。

以下、2.ではセンシングシステム一実現方法について紹介する。3.では、各センサの特性に基づく個々の評価について述べる。本稿では、完成した車輪型ロボットによる室内の移動スペースを対象とし、センシングシステムにより、状況変化に応じロボットの移動スペース決定法について紹介する。最後に5.では、本研究の結果をまとめる。

### 2. センシングシステム概要

本研究では、センシングシステムを中心にして開発研究を行うため、そのシステムは図1に示すように、全体のシステムを2層構造に構成され、制御層はシステムの可動部（ロボットの移動機能を含む）を制御し、この部分はH8/300シリーズマイコンによりシステムの動作を制御する。もう1つの層はセンサ入力・総合判断の役割を果たしている入力層である。入力層の入力・判断結果を制御層へ送り、センサの運動部とロボットをアクティブに操作する。本研究では、入力センサとして、赤外線カメラと光電センサPSDを利用する。次に、アクティブなセンサ運動機能について述べる。

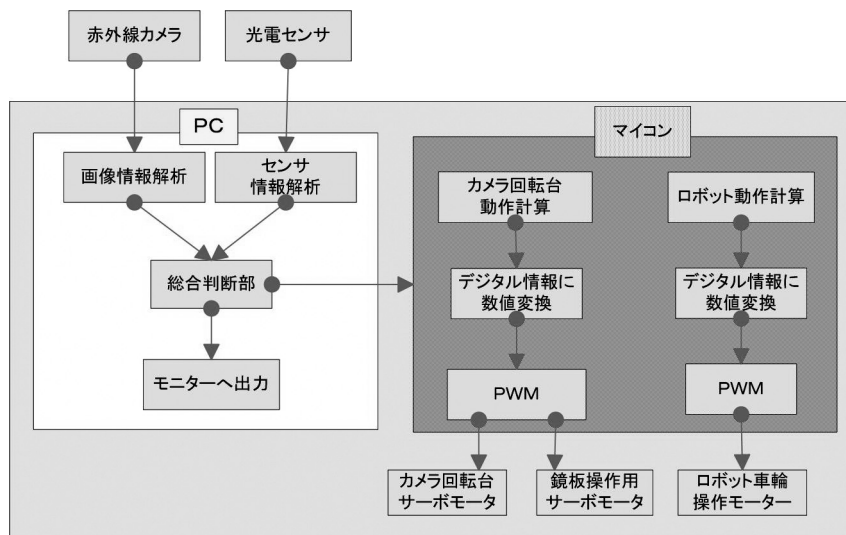


図1 センシングシステムの構成

## 2.1 アクティブセンサシステム

現在のビジョンセンサシステムには様々なものがあります。例えば、全方位ビジョンカメラを使用したものや、魚眼レンズを使用したもの、サーモグラフィーや赤外線センサ、その他三次元レンジスキャナなどがあり、様々な用途に従い使用されている。

これらビジョンセンサを搭載する際、搭載方法（カメラを機体上部に出すタイプ）などにより探索の際に何かに挟まってしまったりし、支障をきたしてしまう場合があります。このように、変化ある環境ではどのようなことが起きるか予想不可能なところがあり、如何にその予期せぬ状況にも対応できるか、という応用力が求められます。本システムに、赤外線カメラは鏡を用いて反射させ見るという特殊な方法で、可視範囲、衝突回避など動作は可能となり、PSDとともにカメラ雲台の運動により左右回転するロボットに搭載できるサイズ、そして走行に支障をきたさないような位置に配置をできるように考えシステム設計を行いました。また、光電センサPSDは左右に可動化することにより室内の物体を検知することも可能となる。

図2に示すようにカメラをロボットの機体に搭載し、鏡を開閉できるようにするとともに、左右に回転できるようにした。

## 2.2 カメラと光電センサPSDの併用

図2に示すようにカメラをロボットの機体に搭載し、鏡を開閉できるようにするとともに、左右に可動化できるようにした。目的としては、カメラ自体を車体内部に搭載することにより保護することができる、そして通常カメラを上部に出したままのものに比べ、障害物による引

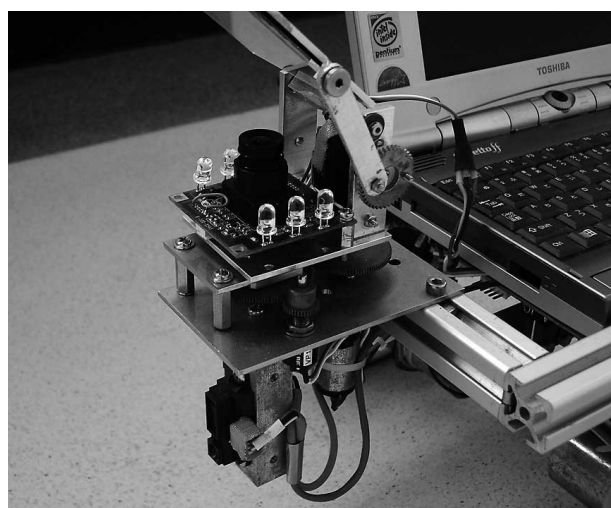


図2 アクティブセンサシステムの機構

っ掛かりを軽減することができるということでもあります。光電センサPSDの主な役割としては物体を検出する。カメラの入力情報と検出されたロボットと物体の間の情報の併用により物体の場所・大きさなどを認識する。また今後、より複雑環境での利用も対応できる。次の節で各センサの評価について述べる。

### 3. 各センサの評価

#### 3.1 光電センサPSDセンシングの方法

センシングシステムでは、図1に示すシャープ製GP2D12光電センサPSDを使用し、そのセンサが測定する対象物との距離により異なる電圧を出力する。PSDを評価するため次のように測定実験をした。測距可能範囲の10～80cmを5cmずつ、それぞれにつき256個の電圧データを取得し、その平均値を距離に対する電圧基準値とする。図3は10cmから80cmまでを測定してプロットしたグラフである。

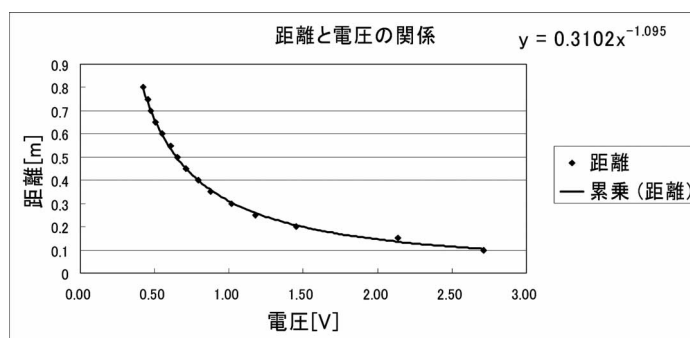


図3 PSD出力電圧と距離関係

また、前方において光電センサPSDの測定幅が5cmであり、広い範囲での測定するためにはセンサの測距方向を変えていく必要がある。図1のようなセンサ回転装置により前方物体の距離および幅を検出する。対象物(10cm幅ホワイトボード)がセンサかX=10cm, Y=40cmに存在する場合の測定結果は、図4の結果が得られた。これらの結果を用いて障害物の位置と大きさを予測することができる。

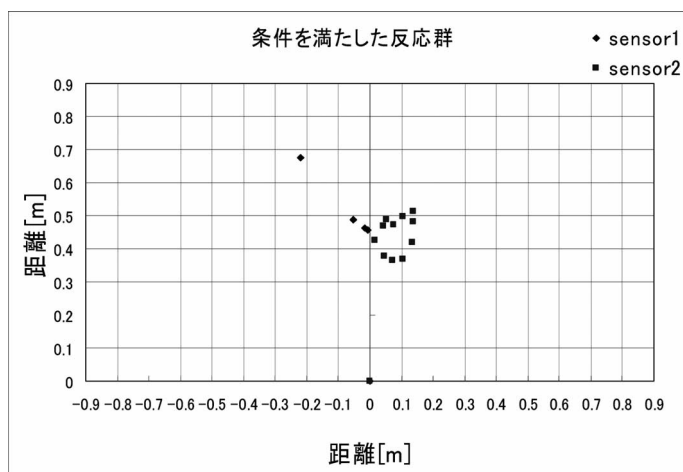


図4 PSDセンサより前方物体の距離および幅を検出

### 3.2 赤外線カメラ評価

本研究では、カメラをロボットの機体に搭載し、鏡の反射性質を利用することにより画像情報を獲得する。それを評価するため、直接撮影、鏡より撮影画像を図5で示す。図5(a)画像はカメラでそのまま撮影した画像で、図5(b)画像は鏡を通しての画像である。どちらも、差がなく鏡を用いても問題ないことが言える。



図5 直接撮影、鏡より撮影画像

また、室内の照明環境の変化に対応できるため赤外線カメラを使用し、室内照明を消した場合の撮影画像を図6で示す。図6(a)が接写になり、図6(b)が約4M先を撮影した画像である。これらの画像情報に基づくセンシングすることが可能である。



図6 室内照明を消した場合の撮影画像

鏡より赤外線カメラ装置の評価としては、鏡を使用することによる画像の劣化、解像度の低下は殆どなく暗闇での撮影も問題なく行うことができると判断し、そして、全方ビジョンカメラなどでは得ることが難しい上方向の画像も撮影でき、カメラ固定時の場合より視野範囲を拡大する

ことができました。視野範囲としては正面を0°として±90°程度になりました。左右の可動化により人間の首振りに似た感じを出すことができ操作性も向上した。入力画像の情報処理の結果について省略する。

#### 4. センシング実験

本研究で提案したセンシングシステムの有効性を示すため室内のセンシング実験を行った。ここで、実験について述べる。

##### 4.1 室内センシングアルゴリズム

前述のシステムが備え、室内センシングアルゴリズム概要を説明する。まず、既知のロボット移動スペースを与え、センサの検出範囲によりロボットの設定走行線路を決めスタート地点からセンシング動作を開始する。

Step 1. 移動ロボット低速走行する。

Step 2. ±90°の範囲内カメラとPSDを同時に10°ずつを回転する。

Step 3. PSDより「障害物が存在する」という判断があれば、移動ロボットを停止し、カメラの入力画像情報よりパターン認識手法で障害物を位置・サイズを推定する。

Step 4. PSDを左右回転するによりより正確の位置情報を得られ、画像情報の再利用により障害物を位置・サイズを確定する。

Step 5. もし障害物がロボットの走行線路に影響がない場合、Step 1へ。

Step 6. もし障害物がロボットの走行線路に影響がある場合、走行線路を修正する。そしてStep 1へ。

本稿では、紙面の制約により、入力画像情報よりパターン認識手法、および走行線路の修正の詳細について省略する。

##### 4.2 実験検証

上に示したシステムを用い、試験的に研究室で検証実験を行った。研究室の机、椅子が図7に示すよう定常的に配置し、移動ロボットの基本スペースはその以外の部分である。

室内に可動家具を椅子などとする。実験で使用する車輪型移動ロボットは図8で、ロボットの基本仕様を表1で示す。

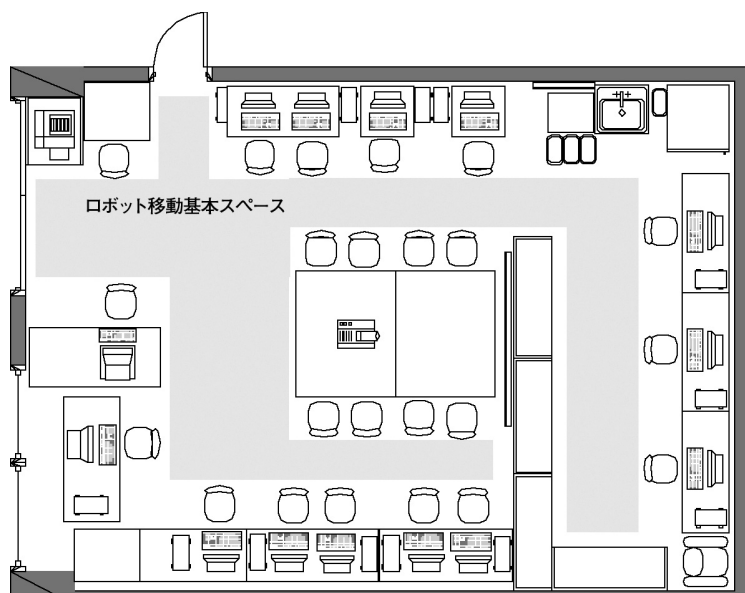


図7 研究室の平面図

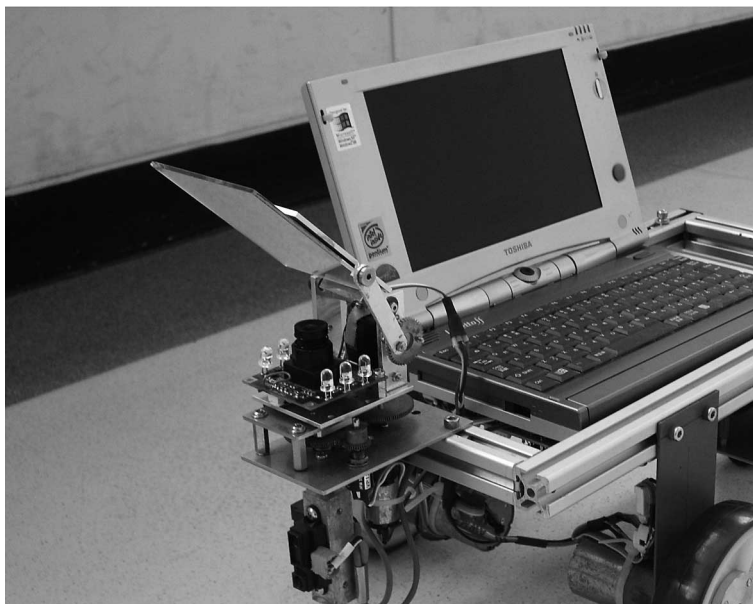


図8 車輪型移動ロボット

表1 ロボットの基本仕様

外形寸法	(W) 200[mm] × (D) 300[mm] × (H) 150[mm]
重量	約 10[kg]
電源	ユアサ NPH5-12 (12V × 2 = 24V, 4A)
駆動モータ	ジャパンサーボ製 DME34 2個
走行速度	Max 2m/s
マイコン	H8/300
P C	Intel Pentium600MHz, 1.7MB

ロボットの走行線路：

基本スペースの情報により図のようにマップを作成し、基本データとして保存する。このデータとセンサの検出範囲により、センシング時ロボットの設定走行線路は図のように示す。また、センシング時移動ロボットの速度を0.2m/sと設定する。

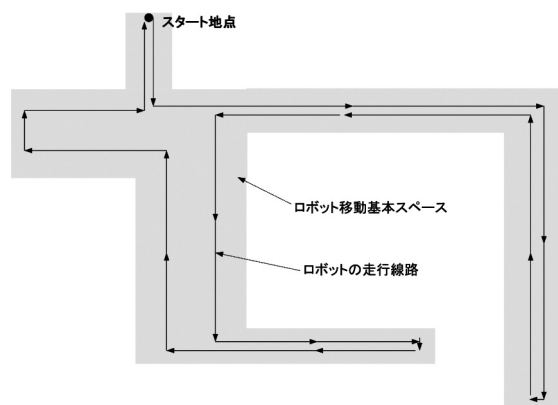


図9 ロボットの設定走行線路

### 4.3 システムの検証結果

移動ロボットが図9でしめす「設定走行線路」で移動しながらセンシングの結果を図10に示す。

結果（図10）に示すように、提案したセンシングシステムは基本的に検出した移動可能スペースはほぼ設定した基本スペースと一致す。一致していない部分は椅子など可動家具の配置誤差により発生し、また、センサの計測精度の原因と考えられる。図11で示すように可動家具（椅子）を2ヶ所に入れ、センシングした結果でわかるように移動可能スペースを変化している。また、そのとき走行線路が修正される。

### 5. まとめ

本稿では、今後ロボットで利用するセンシングシステムの開発、およびカメラ反射式设计、PSDの協調利用アクティブシステムを提案した。具体的な協調動作アルゴリズムを中心に述べた。

室内の環境変化など様々な状況の中でホームロボットが自立的に運動するために、一般室内を対象として部屋のレイアウトを感知する実験結果により、本研究を次のようにまとめる。

本研究では生物模倣型家庭内生活環境センシングシステムについて、以下計画を実施することとする。

1. 低価額・アクティブなセンシングシステム探索センサ機構の構成を設計・製作した。
2. 環境感知のために、センサ情報の統合処理によりセンシングのアルゴリズムを開発した。

今後、安全性を求めながらセンシングのロバスト性と精度を向上する。さらに、リアルタイムでロボット経路探索、経路生成手法などの他のアルゴリズムなどの改良も今後の課題である。

### 参考文献

1. センサ応用技術便覧編委員会「センサ応用技術便覧」, 工業資料センター
2. 末松良一, 山田宏尚“画像処理工学”, コロナ社
3. 小島広久, 江口幸弘, “楯円ポテンシャル場の局所最小点検出による2次元移動ロボット動作計画法”, 日本機械学会論文集C編 (Vol.68, No.670, 2002.6)

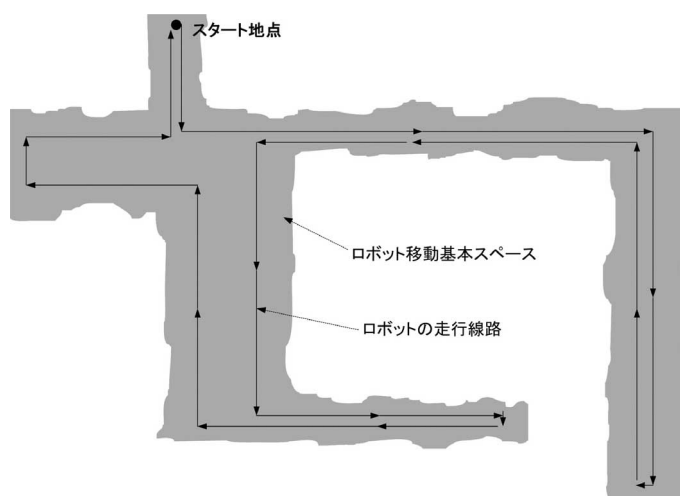


図10 センシングの結果1

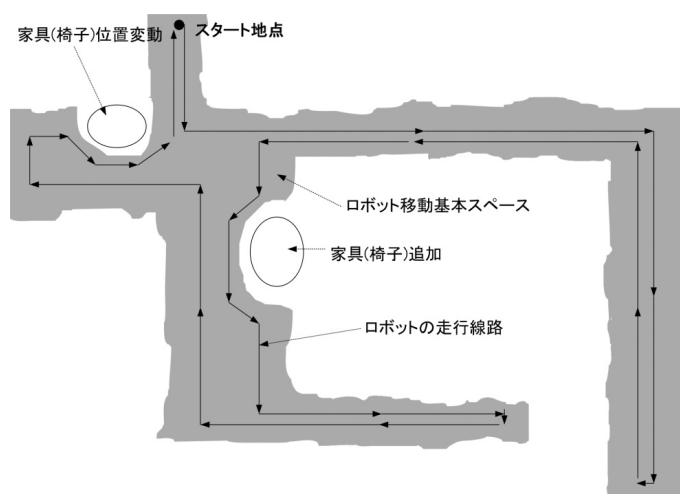


図11 センシングの結果2