

# ロボティック照明による人間行動支援環境の実現

佐藤知正 森武俊

情報理工学系研究科知能機械情報学専攻

## 概要

位置・姿勢・明るさを計算機制御できる能動的照明装置（ロボティック照明）を用いて、人間が行う行動に適した照明環境を実現するシステムを構築した。これは、本研究ユニットで構築中のロボットルーム（人をさりげなく見守っていて、必要な時に必要な物理的支援をしてくれる環境型ロボット）の空間としての役割を、人が行動する際に適した行動環境を実現することであるととらえ、それを実現する具体的な第一歩となっている。

## 1 はじめに

佐藤・森研究室では、人をさりげなく見守っていて必要な時に必要な物理的支援をしてくれる環境型物理支援ロボット（ロボットルーム）の構築を進めており、そのロボットルーム研究では、その中で生活する人の行動に応じて、その行動に適した行動環境を実現することを目指している（行動支援環境の実現）。本年度は、ロボットルームの基本的な要素である能動的照明装置（ロボティック照明）によって、人の行動に適した明るさ環境を実現するシステムを構築したので報告

する。以下、第2章では、行動支援環境の考え方とロボティック照明によって実現される人間の行動に適した照明環境について述べ、その実現システムを第3章で、実験結果を第4章で述べる。第5章は結論である。

## 2 人間行動支援環境とロボティック照明による行動に適した照明環境

### 2-1 人間行動支援環境

人間がある行動を実施しようとする際には、適切な明るさ（照明環境）や温湿度（空調環境）、バックグラウンドミュージック（AV環境）、必要なものや情報へのアクセス（ものや情報へのアクセス環境）など、その行動をやりやすくする環境の整っていることが望ましい。ロボットルームでは、このような人間行動に適した環境実現を、物理支援の重要な役割ととらえ、その実現を試みている。この機能は、人の行動を支える空間を、その行動に適したものに变化させるという考え方で人を支援するののものであり、センサやアクチュエータが人を取りまく環境中に埋め込まれた環境型ロボットの重要な役割の一つととらえている。



Fig.1 ロボティック照明  
(能動的照明装置)

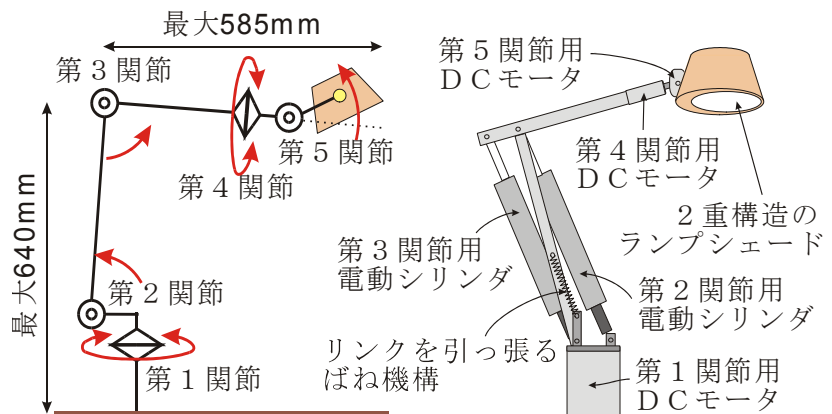


Fig.2:ロボティック照明の関節・アクチュエータ配置

## 2-2 能動的照明システムによる行動支援環境の実現

Fig.1 に、昨年度に実現したランプの位置、姿勢およびその明るさを制御できるロボティック照明の写真を示す。Fig.2 にその自由度構成が示されている。Fig.3 は、50cm×50cm の床パネルに 64×64 のスイッチセンサを埋め込んだパネルを 4×4 枚並べて構成されたセンシングフロアの写真である。このロボティック照明と、センシングフロアを利用すれば、a)人が玄関口に入ってきた場合、b)人が机に座った場合、c)人がクッションでくつろいでいる場合、d)ベッドに入った場合などに Fig.4 の左側の絵に示すような各々の行動に適した照明環境を実現可能となる。

## 3 行動支援環境実現システム

Fig.5 に示すように、行動に適した照明環境を実現するシステム（行動支援環境実現システム）は、1)人の立ち位置や椅子にかかっている重さを計測するためのセンシングフロア、2)センシングフロアからの情報から人の行動を認識する行動認識部、3)人の行動に対応して行動に向けた照明

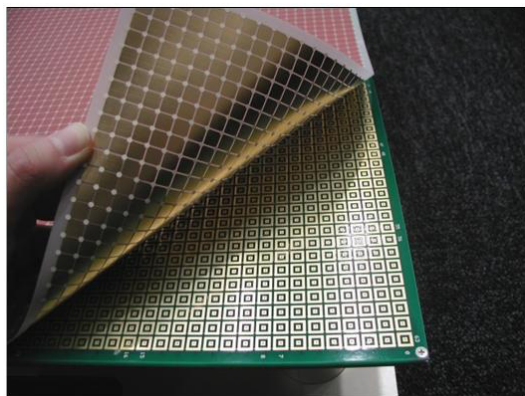
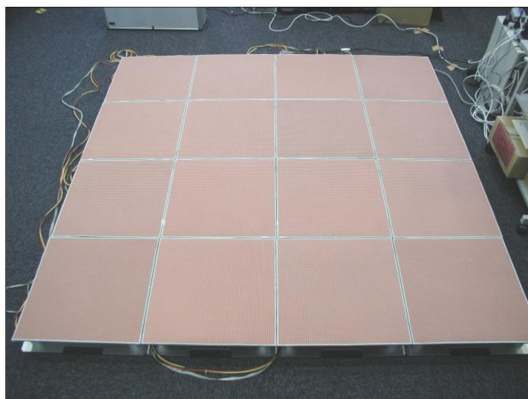
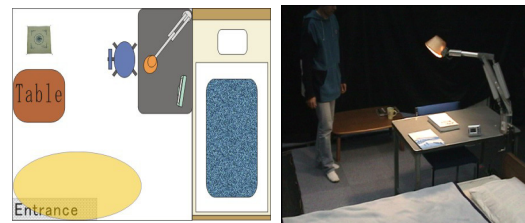


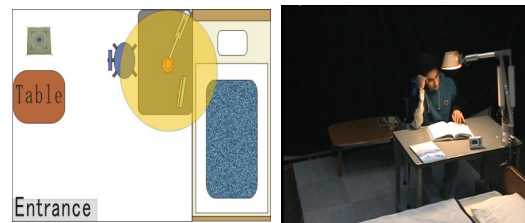
Fig.3 ヤンシングフロア

による支援環境を決定する部分、4)その支援照明環境を 5 自由度を有するロボティック照明を制御することで実現する部分（支援照明環境実現制御部）より構成されている。

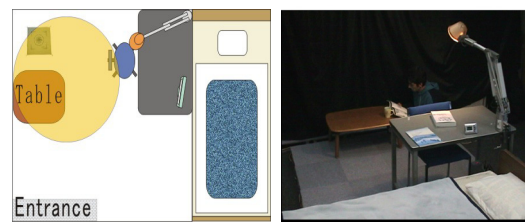
行動認識部のレパートリは、以下のものである。a)玄関付近の定められた領域に人が存在することを検知しての、玄関口からの人の入室行動の認識、



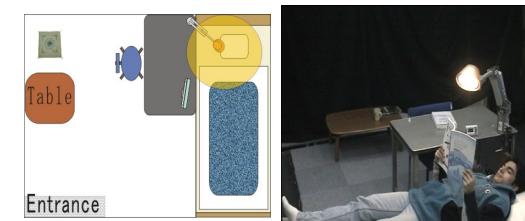
(a) 玄関口での照明



(b) 勉強机での照明



(c) クッションでの照明



(d) ベッドでの照明

Fig.4 種々の行動に適した照明環境

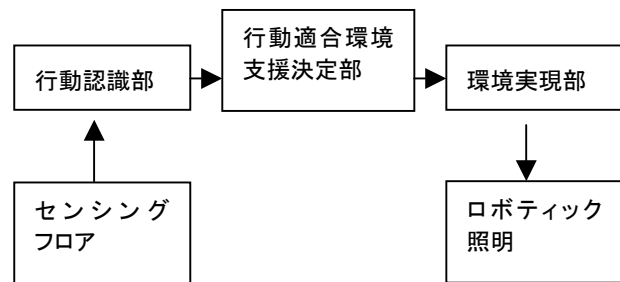


Fig.5 行動支援環境実現システム

b)机付近の椅子の足に過重がかかっていることを検知しての、人の椅子への座行動の認識、c)テーブル付近のクッションの下にアタッチされた突起のセンシングフロアへの加圧部分の面積がクッションにかけられた人の体重によって大きくなったことを検知しての、人のクッションへの座行動の認識、d)ベッド領域から人がベッド方向へ移動し足跡が消えたことを検知することによる、ベッドへの移動行動の認識、e)ベッドからの起床行動である。支援照明環境実現制御部は、あらかじめ行動ごとに、ユーザから教えられたロボティック照明の位置・姿勢および明るさを実現することによって、行動に応じた支援環境を実現する。

#### 4 支援環境実現実験

Fig.6 に、認識結果を示す。玄関口からの人の入室行動や、人のクッションへの座行動以外の行動については、ほぼ確実に認識されている。上記2種類の行動の認識率が落ちているのは、玄関口での人の移動速度が大きい場合と、クッション上に人が立つ場合があるからである。さらに、上記の行動に対応した照明環境が、Fig.4の右の写真に示すように実現された。

#### 5 おわりに

人をさりげなく見守って必要な時に物理支援を与える環境型物理支援ロボットルームの構成要素である能動的照明装置（ロボティック照明）により可能となった行動に適した照明環境支援の実現について報告した。

今後の課題は、まず、Fig.7のようにベッド上でも人は多様な姿勢で本を読むため、これらに対応することがあげられる。つまり、人間をセンシ



Fig.6 認識部の認識結果

ングするセンサの充実と、それによって可能となる多様な行動へのきめ細かな支援環境の実現を追求しなければならない。どのような姿勢の時にどのような支援が求められるのかの精緻な分析がその基礎をなす。また、照明環境支援（明るさ調整）のみでなく、物に対する物理アクセス環境の支援など、支援環境機能への拡充なども必要である。さらに、家庭ごとに異なる機器配置や生活習慣への柔軟な対応能力、つまり容易にシステムに人が求めている環境を教示できる教示・プログラミング手法の確立も求められている。

#### 参考文献

- 1) 森下 広, 田村 淳, 森 武俊, 原田 達也, 佐藤 知正: “利用者とその行動に適応する機構を備えた能動的照明デバイスの構築”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'03 講演論文集, 1A1-3F-D2(1) -1A1-3F-D2(2)(May.2003)
- 2) Tomomasa Sato, Mehrab Hosseinbor, Rui Fukui, Jun Tamura, Hiroshi Morishita and Taketoshi Mori: “Illumination Assistance by Robotic Lamp with Adaptation to User's Behavior and Individuality”, Proc. of the ASER '04 2nd International Workshop on Advances in Service Robotics Stuttgart, Germany, pp78-84, (May 21, 2004)



Fig.7 ベッド上で本を読む種々の姿勢