

生活環境センサネットワーク空間において動作する 移動台車システムの構築

Construction of Mobile Cart Robot in Sensor Network Room

正 佐藤 知正 (東京大学) 福井 類 (東京大学)
森下 広 ((有)HMI) 正 森 武俊 (東京大学)

Tomomasa SATO. The Univ. of Tokyo. 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo
Rui FUKUI. The Univ. of Tokyo. Hiroshi MORISHITA. HMI Corp.
Taketoshi MORI. The Univ. of Tokyo.

This paper reports the construction of mobile cart robot system in the sensor network room. The robot is designed by considering such functions as safety, collision avoidance, easy carry, space sharing with human, self-maintenance and self-status display. The goal of the system is to support human living in an intelligent room with multiple sensors only when he or she needs assistance.

Key Words : Human Symbiosis System, Sensor Equipped Room, Living Environment Robot, Mobile Robot, Robot Design and Control

1 緒論

本研究では物の運搬において人を支援するシステム¹⁾を考える。運搬という物理的作業を移動台車によって行うこととし、被支援者である人間の行動および支援者である移動台車の動作の認識を共通のセンサによって行うことを目標とする。つまり生活環境センサネットワーク空間においてシステムを実現することを目指す。本研究では人とロボットが協調すること²⁾を念頭に生活環境センサネットワーク空間において動作する移動台車システムに関し、A) 必要機能を整理し、B) システムを実現し評価することを目的とする。

以下、本移動台車システムの必要機能に関する考察と設計・実現されたシステムの評価について報告する。

2 移動台車システム

2.1 生活環境センサネットワーク空間と移動台車 生活環境センサネットワーク空間は圧力情報を計測する床、ベッド、机、椅子センサ、冷蔵庫などの開閉情報を計測するスイッチセンサ、情報を蓄積するデータベースとそれらを結ぶネットワークから構成される。この部屋において移動台車は床センサから得られる床圧力情報を利用して制御され、物を運搬することを想定している。

2.2 移動台車の必要機能の考察と設計 生活環境で動作する移動台車の必要機能を考察・整理した。

Table 1: 室内生活環境で動作する移動台車に必要な機能

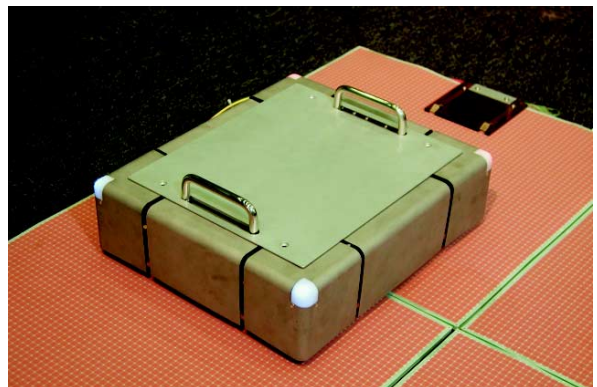
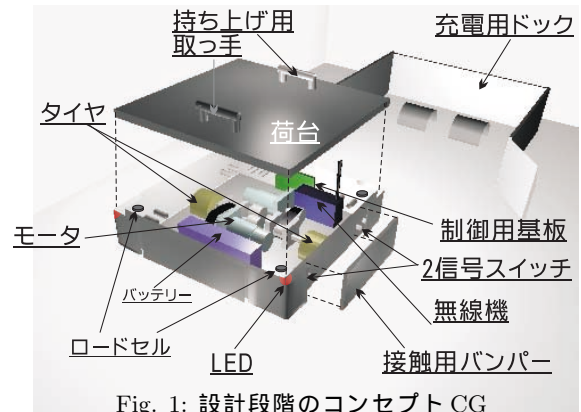
1-A	対人安全確保機能
1-B	能力に適合した印象を人に与える機能
2	運搬機能
3	環境認識(接触認識)機能
4-A	自己状態認識機能
4-B	危機回避機能
5	人間による強制移動を容易にする機能
6	人間空間確保機能
7	自己状態通知機能

Table.1 に示すように、人に危害を与えない形状を持つ「対人安全確保機能(1-A)」, 外観から台車の能力が推測されるような「能力に適合した印象を人に与える機能(1-B)」, 台車の定義そのものである「運搬機能(2)」, 台車外部の情報(特に安全性に関わる接触情報)を集め、異常検知をする

「環境認識(接触認識)機能(3)」, 台車内部の異常を検知する「自己状態認識機能(4-A)」, 検知された異常に対処する「危機回避機能(4-B)」, 非常時に必要な「人間による強制移動を容易にする機能(5)」, 不必要に生活空間を占拠しないための「人間空間確保機能(6)」, 人間に自らの動作・目的を知らせるための「自己状態通知機能(7)」が必要であると考えた。

3 移動台車の製作

前節で挙げた必要機能を実装した台車を設計・製作した。設計段階のコンセプトCGをFig.1に、実際に製作した台車の写真をFig.2に示す。



対人安全確保・能力に適合した印象を人に与える機能 (1-A,B) は角を丸めたつや消し加工の接触バンパ、運搬機能 (2) はモータ、タイミングプーリ・ベルトとタイヤ、環境認識機能 (3) のうちの接触認識機能は接触対象の速度を推定するための2信号スイッチ(ストロークが3.2mmの2段階スイッチ)、自己状態認識・危機回避機能 (4) は荷重を測定しオーバーロードを防ぐため荷台の下に設置されたロードセル、人間による強制移動を容易にする機能 (5) は荷台に設置された取っ手、人間空間確保機能 (6) は台車の定位置となる充電ドック、自己状態通知機能 (7) はバンパに埋め込まれたLEDの点灯によって実現した。

4 制御システムの実現

Fig.3に移動台車制御システムの構成を示す。本システムは移動台車(台車内部制御機能)、床センサ(計測機能)、制御用PC(データ解析・提示機能)とそれらを結ぶネットワークから構成される。

台車内部制御は複数のワンチップマイコン(PIC)を用いた

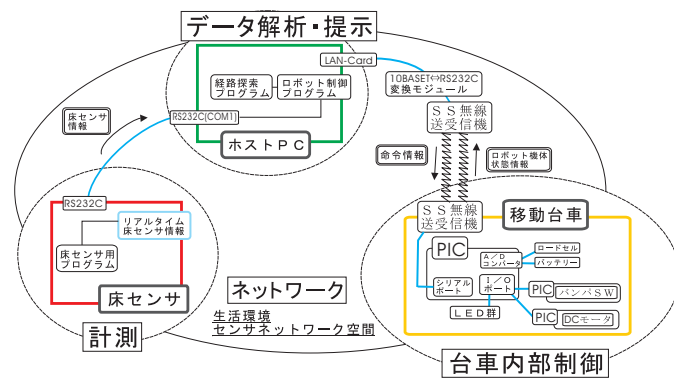


Fig. 3: 移動台車システム構成図

分散制御により実現した。計測機能は床センサ(7mmピッチ, センサ領域 2000mm×2000mm, ON-OFF 出力, 周波数約4Hz)を利用し実現した。データ解析・提示機能はプログラミング言語にJavaを選び、各機能をモジュール化し実現した。データの解析ではTemplate Matchingによるアルゴリズムを利用し、床センサ情報から台車の位置・角度を推定するプログラムを実装した。

5 移動台車システムの評価実験

5.1 基本性能評価実験 移動台車の基本スペックとして設定した最大移動速度 100(mm/s), 最大運搬荷重 10(kg)の基本性能を動作実験により確認した。

接触認識機能に用いた2信号スイッチは衝突実験の結果、接触対象の速度を秒速 100mm~1000mmのレンジで弁別可能なことが分かった。

5.2 移動台車システム制御実験 システム全体の統合動作試験として、制御PCより入力された命令で台車を動かし、その位置・角度を床センサ情報から推定する実験を行った。Fig.4に実験の様子を示す。右下に表示されているのが台車位置・角度推定プログラムの出力結果である。台車の動作は命令どおりに行われた。一方、位置・角度の推定については、台車のタイヤ圧力が床センサのデータに反映されている時(Fig.5の1)はほぼ推定可能であったが、タイヤがセンサの非感知部に乗りデータが欠けてしまうと(Fig.5の2,3)、正しく推定されず実際の位置と推定位置が台車の車幅程度ずれてしまう場合があった。

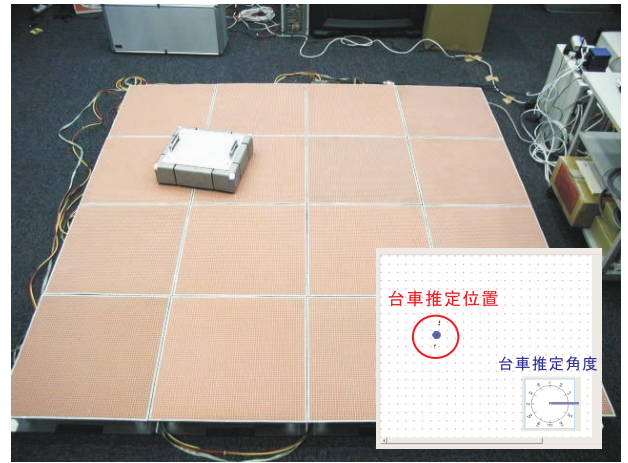


Fig. 4: 移動台車システム制御実験の様子

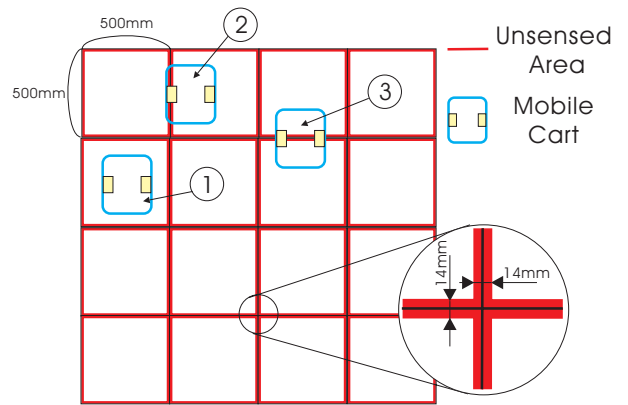


Fig. 5: 台車位置と床センサ非感知部との関係

6 結論

本研究では人とロボットの協調を念頭に、物品運搬において人を支援する移動台車システムを実現することを目指した。論文では室内生活環境中で動作する移動台車に必要な機能を整理し、それらを実装した移動台車を生活環境センサネットワーク空間のアクチュエータモジュールとして提案・実現し、評価した。

移動台車システムを実現し、評価実験した結果分かったことは次のとおりである。

1. 2信号スイッチにより接触対象の速度を推定し、人と物を区別することが可能なこと。
2. 床圧力情報による移動台車制御の可能性があること。

将来課題を以下に示す。

- 運搬機能仕様の生活環境に対する適合の評価
- 環境認識機能の追加(路面状態認識など)
- 状態通知機能の追加(ネットワーク空間側の改良)
- 台車の位置・角度検出アルゴリズムの改良
- 経路探索を含めた高レベル台車制御命令の実現

参考文献

- 1) 中野 栄二, 高橋 隆行, 王 志東, 大久保 宏樹, メッセンジャロボットの概要と基本動作, 第1回重点領域研究「知能ロボット」シンポジウム予稿集 pp.121-124 1996.1
- 2) T.Kanda, Psychological analysis on human-robot interaction. In IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Seoul(Korea), 2001