

Shoe 納くん 設計書

ET ソフトウェアデザインロボットコンテスト 2018 ガレッジニア部門
任意提出物（設計書）

Ver. 1.00

発行日：2018 年 9 月 26 日

チーム名：Amazing Sour

エントリー地区：東京地区

目次

1	はじめに	2
2	関連ドキュメント	2
3	システム概要	2
4	ユースケース	3
5	アーキテクチャ	4
6	ハードウェア設計資料	6
6.1	運搬車の外観	6
6.2	配線図	7
7	ソフトウェア設計資料	8
7.1	列挙型リスト	8
7.2	クラス図	9
7.3	状態遷移図	10
8	おわりに	11

1 はじめに

本書はシューズストレージシステム“Shoe 納くん”の設計書類をまとめた資料である。システムの検討の背景や振る舞いはシステム説明書に記載し、本書には記載しない。

2 関連ドキュメント

関連ドキュメント一覧を表 2.1 に示す。

表 2.1 関連ドキュメント一覧

No.	ドキュメント名	概要
1	部品表	使用した部品の名称、材質、メーカ、単価、数量等を記述した一覧表。(必須提出物)
2	コンセプトカタログ	Shoe 納くんのテーマ、コンセプトを記述したカタログ。(必須提出物)
3	チーム情報一覧	チーム名、所属名、作品名、エントリ地区、メンバー情報を記述した一覧表。(必須提出物)
4	Shoe 納くん システム説明書	Shoe 納くんのテーマの背景(問題提起)やシステムの振る舞いを記述した説明書。(任意提出物)
5	catkin_ws	実装コード。クラス図と実際にシステムの catkin ワークスペース内の ROS メッセージ、CMakefile、ソースコードを格納している。(任意提出物)

3 システム概要

本システムの概要を図 3.1 に示す。

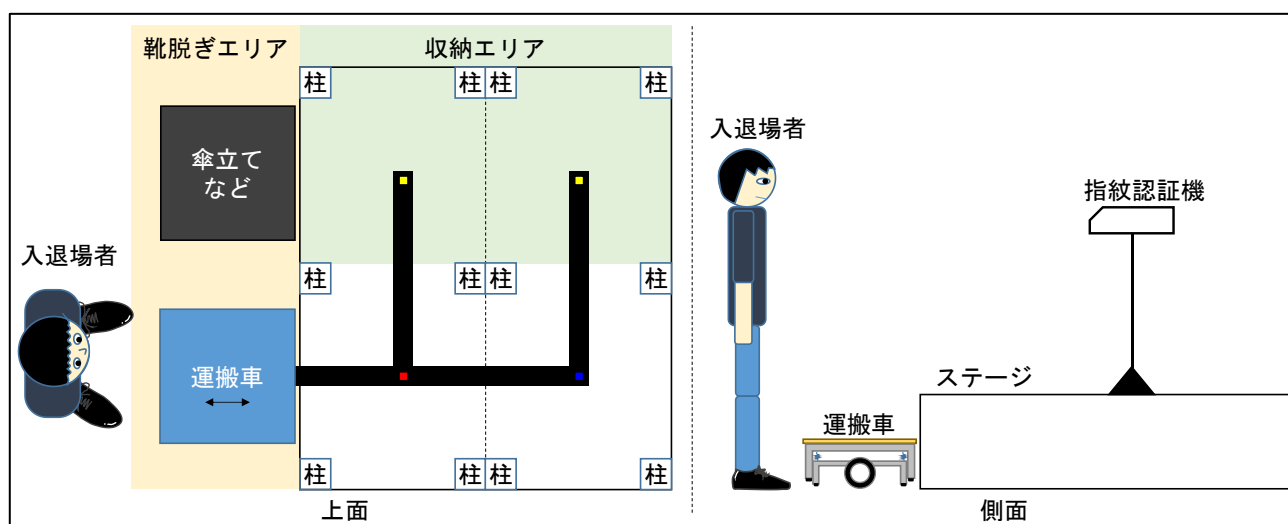


図 3.1 システム概要図

本システムでは、入退場者が靴脱ぎエリアの運搬車上に靴を脱ぎ、ステージ上の指紋認証機に触れると運搬車が靴を収納エリアに運搬する。また、一度指紋認証機に触れた入退場者が再度指紋認証機に触

れると入退場者の靴が乗っている運搬車が靴脱ぎエリアに移動する。図 3.1 において、運搬車はライントレースし、カラーマーカーで旋回や停止判断を行う。運搬車は、図 3.1 記載の矢印の向きに進むことができ（矢印のどちら向きを正として進んでいるかはソフト側により制御）、超信地旋回が可能であるものとする。

4 ユースケース

本システムのユースケース図を図 4.1 に示す。また、ユースケース記述を表 4.1 および表 4.2 に記載する。本システムのユースケースとして、居酒屋利用客（入退場者）の入場時に靴を収納し（UC01：入場時に靴をしまう）、退場時に入退場者を認識して収納された靴を出す（UC02：退場時に靴を出す）ケースを想定した。

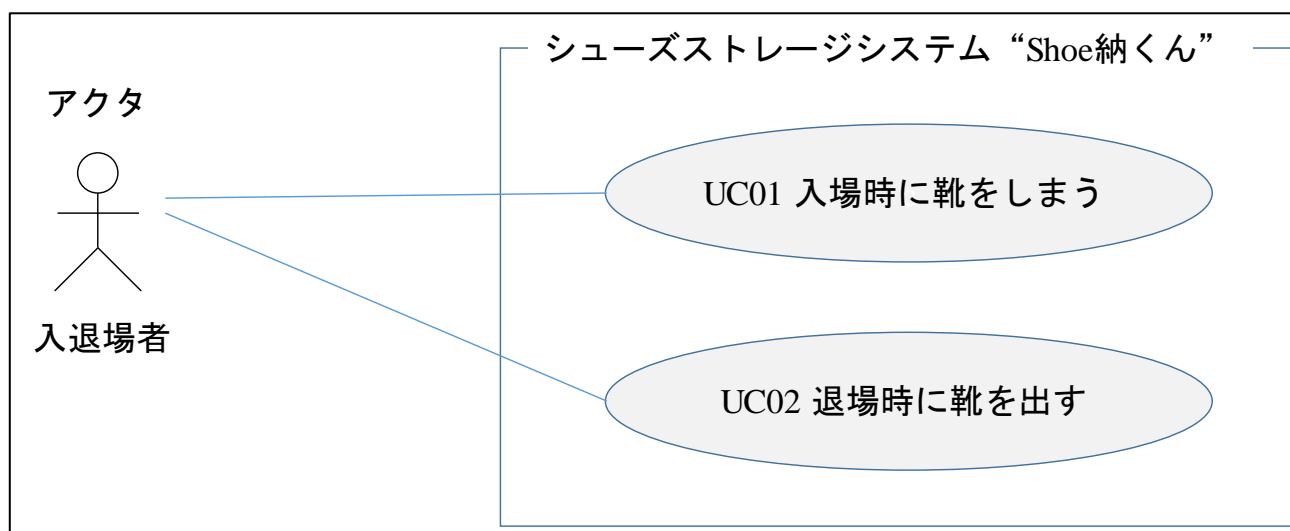


図 4.1 ユースケース図

表 4.1 ユースケース記述（UC01：入場時に靴をしまう）

ユースケース名	UC01 入場時に靴をしまう
概要	システムが入退場者の入場時に脱いだ靴を収納する
アクタ	入退場者
事前条件	入退場者がステージ上にいる 靴箱に入退場者の靴が収納されていない 靴脱ぎエリアに運搬車がある
事後条件	入退場者の入場時に脱いだ靴が収納エリアに収納されている
トリガ	本ユースケースは入退場者によりスタートボタンが押されることで開始する
基本系列	1. システムは、入退場者を登録する 1.1 システムは、入退場者の情報を取得する 1.2 システムは、入退場者の情報をデータベースに登録する 2. システムは、入退場者と靴を紐付ける 2.1 システムは、入退場者の靴をしまう場所(靴箱番号)を決定する

	2.2 システムは、靴箱番号を 1.2 と対応するデータベースに追記する 3. システムは、運搬車を対応する靴箱番号の収納エリアに移動させる 4. システムは、靴の乗っていない運搬車を靴脱ぎエリアに移動させる
代替系列	T.B.D
例外系列	T.B.D
備考	<ul style="list-style-type: none"> 基本系列 1.～4.の間に新たに入退場者が来た場合は何もしない 入退場者の情報取得/登録時に使用するセンサは指紋認証センサ 運搬車とシステムの管理部は無線通信（Wifi） 運搬車の移動方法はライトセンサおよびモータを用いたライントレースとする

表 4.2 ユースケース記述（UC02：入場時に靴をしまう）

ユースケース名	UC02 退場時に靴を出す
概要	システムが入退場者の退場時にその人の靴を出す
アクタ	入退場者
事前条件	入退場者がステージ上にいる 靴箱に入退場者の靴が収納されている 靴脱ぎエリアに靴の乗っていない運搬車がある
事後条件	入退場者の入場時に脱いだ靴が靴脱ぎエリアに置かれている
トリガ	本ユースケースは入退場者によりスタートボタンが押されることで開始する
基本系列	1. システムは、入退場者の情報を識別する 1.1 システムは、入退場者の情報を取得する 1.2 システムは、2.1 の入退場者の情報(センサ情報)とデータベース(靴箱番号とセンサ情報)を照合する 2. システムは靴の乗っていない運搬車を収納エリアに移動する 3. システムは、入退場者の靴を収納エリアから見つける(靴箱番号を識別する) 4. システムは、入退場者の靴の乗った運搬車を靴脱ぎエリアに移動する
代替系列	T.B.D
例外系列	T.B.D
備考	<ul style="list-style-type: none"> 入退場者の情報取得/照合時に使用するセンサは指紋認証センサ 運搬車とシステムの管理部は無線通信（Wifi） 運搬車の移動方法はライトセンサおよびモータを用いたライントレースとする

5 アーキテクチャ

4 章で述べたユースケースを満たすために検討したシステムの論理アーキテクチャおよび物理アーキテクチャをそれぞれ図 5.1 および図 5.2 に示す。

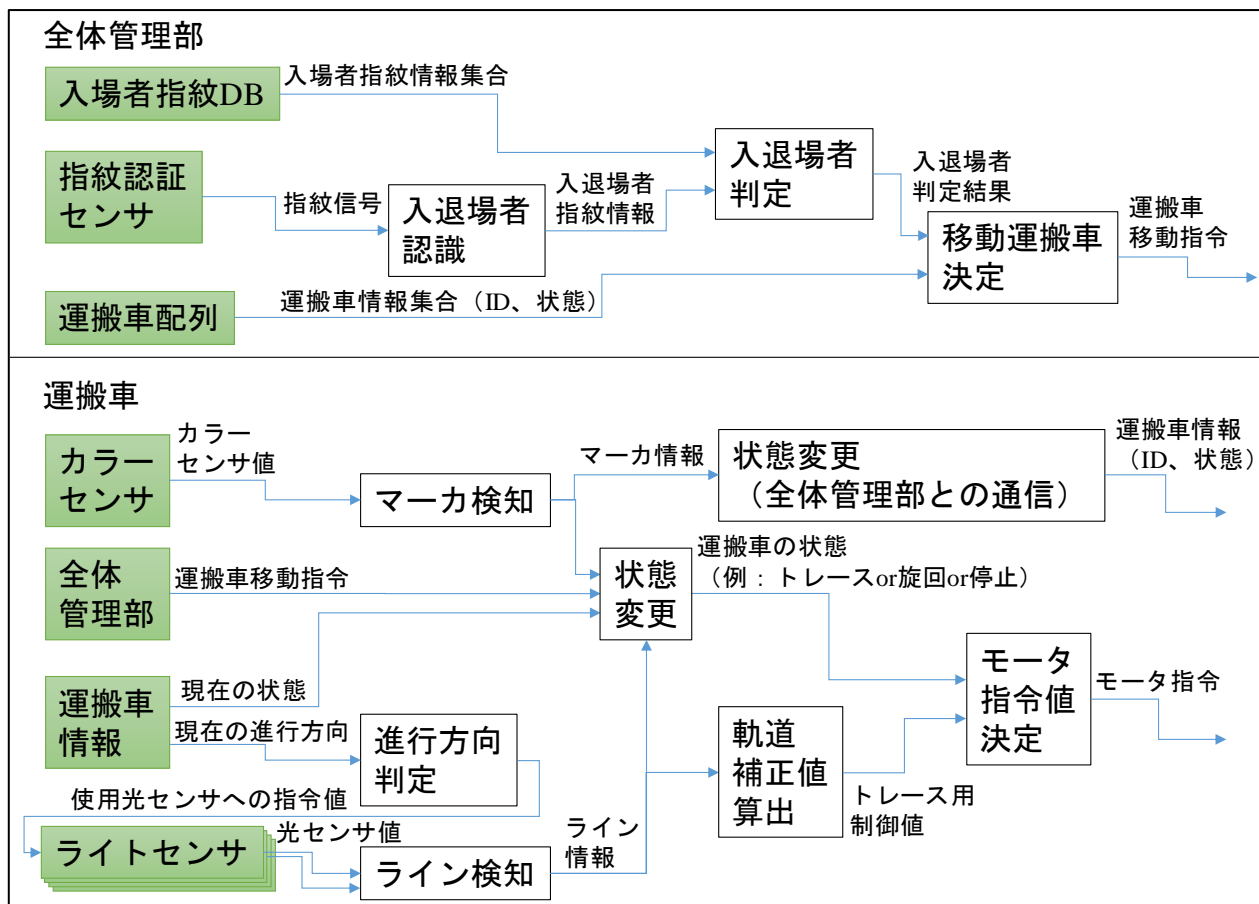


図 5.1 本システムの論理アーキテクチャ

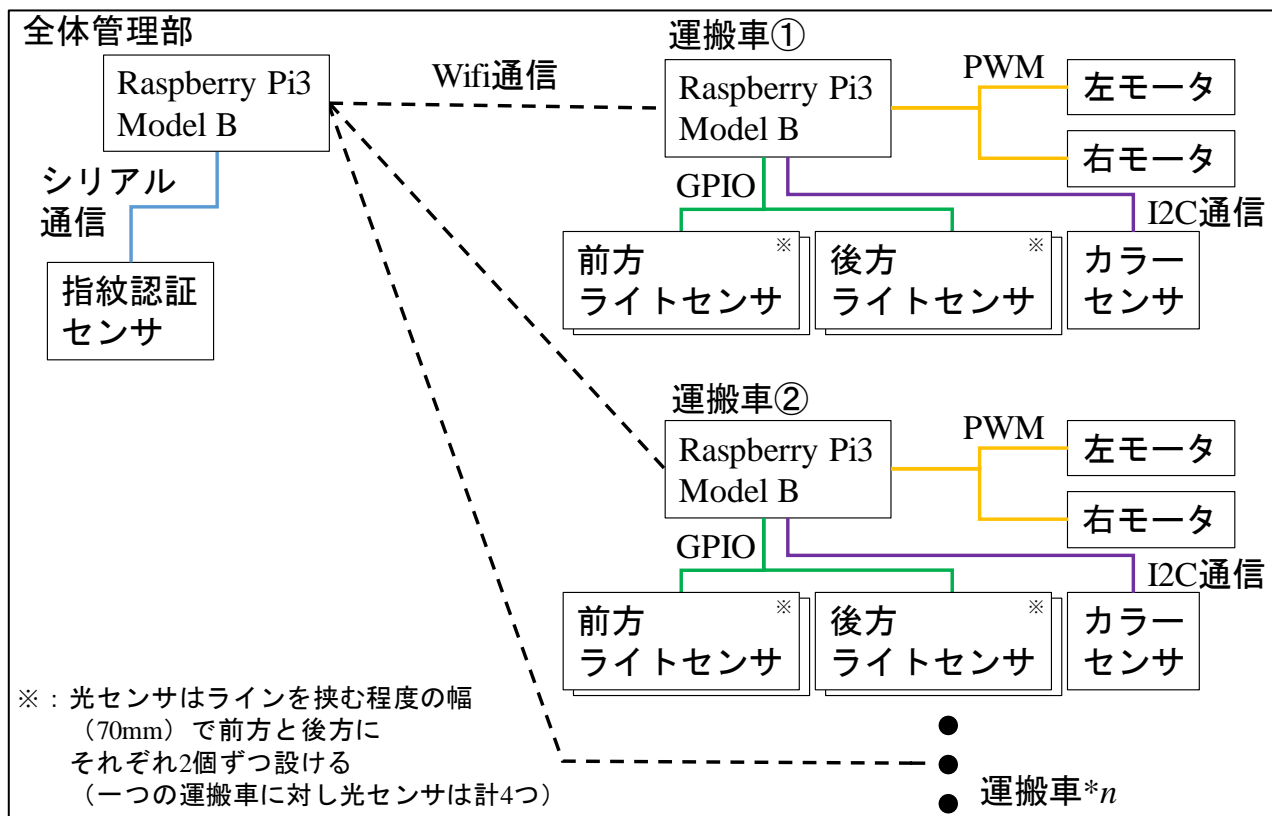


図 5.2 本システムの物理アーキテクチャ

図 5.1 および図 5.2 に示すように、システムは指紋認証機を搭載した全体管理部と複数の運搬車からなる。図 5.1 に示すように全体管理部では入退場者の指紋が与えられた際、入退場者指紋 DB の指紋情報と照合し、入場者か退場者のどちらの指紋か判定を行う。入退場者の判定結果と運搬車の現在の状態から移動する運搬車を決定し、対象運搬車へ移動命令を送信する。移動命令を受信した運搬車は停止状態からトレース状態や旋回状態に変更し、ライトセンサとモータによりライントレースや旋回を行う。また、ライントレース中にカラーセンサにより所定の色を検知した場合は、運搬車はトレース状態から旋回状態や停止状態に変更される。運搬車の旋回の終了判定はライトセンサの値により行い、終了条件を満たした場合は旋回状態からトレース状態に変更される。停止状態になった運搬車は全体管理部に対して自身の状態を送信する。

以上を行うために、図 5.2 に示すように運搬車はライトセンサを 4 個、カラーセンサ 1 個、モータ 2 個を備え、Wifi 通信により全体管理部と通信を行う。全体管理部はすべての運搬車と Wifi 通信を行い、指紋認証機とシリアル通信を行っている。

以降、本書ではハードウェアとソフトウェアで分けて設計資料を掲載する。ハードウェア設計資料では、運搬車の外観（CAD モデル）と配線図を記載する。ソフトウェア設計資料では、クラス図および状態遷移図を記載する。

6 ハードウェア設計資料

6.1 運搬車の外観

図 6.1 に運搬車の外観を示す。3 章のシステム概要で示したように、運搬車は待機時に入退場者が上に乗るため 70kg 程度の荷重に耐える必要がある。また靴を運搬するための駆動部が必要である。そこで図 6.2 および図 6.3 に示すように、バネにより天板が上下にスライドする機構を採用した。入退場者が上に乗った際は、天板が降下し、外側の柱が床と接触して荷重を支える。また運搬時は天板が上昇し、外側の柱が浮くことで床と干渉せずに移動することができる。天板をスライドさせるバネは靴の荷重程度（1.0kg 程度）では縮まず、入退場者の荷重以下（約 30kg 程度）で縮むものを採用した。

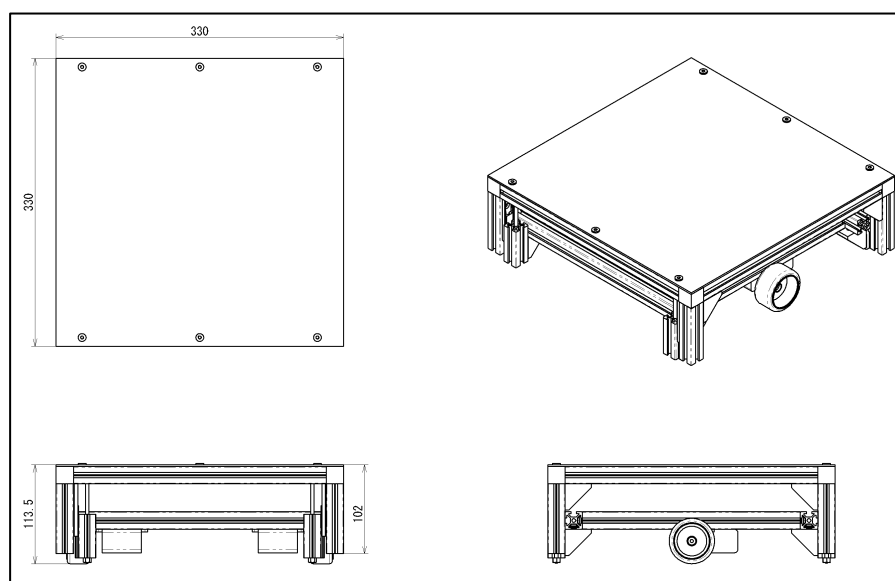


図 6.1 運搬車の外観

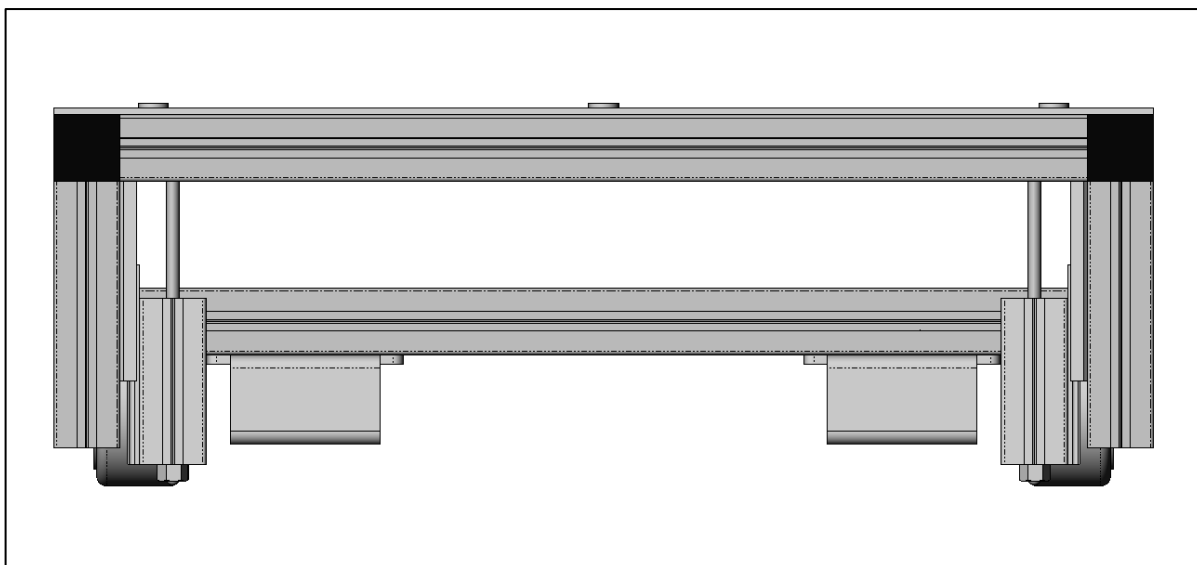


図 6.2 運搬車の外観（天板上昇時）

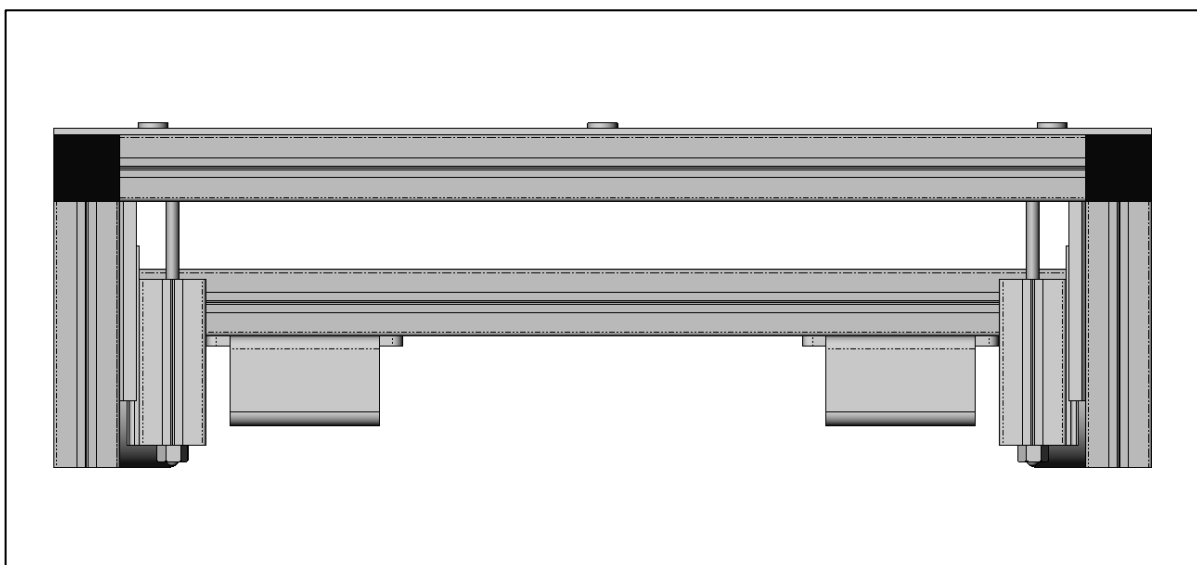


図 6.3 運搬車の外観（天板降下時）

6.2 配線図

図 6.4 に運搬車の配線図を示す。ライトセンサに可変抵抗を加え、ライン検知の調整をハードウェア側で実施可能とした。またモータ制御は Wiring Pi^{*}の PWM の API を用いるため、フルブリッジモータドライバに対して、モータ入力信号線 2 本と PWM 制御信号線 2 本を入力とした。

※Wiring Pi : Raspberry Pi の GPIO の制御を行うための C 言語用のライブラリ
(<http://wiringpi.com>)。

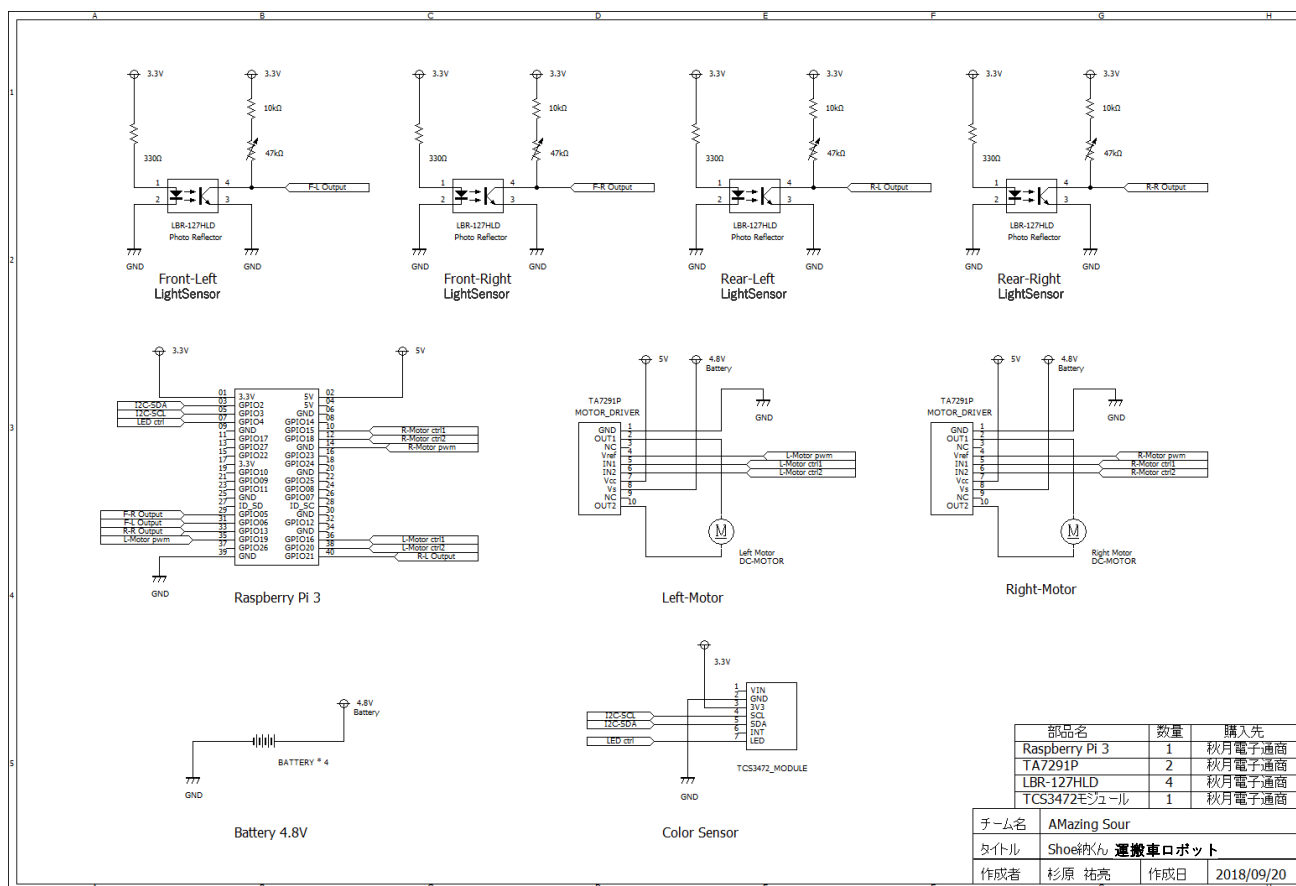


図 6.3 運搬車配線図

7 ソフトウェア設計資料

7.1 列挙型リスト

本システムで用いた列挙型を表 7.1 示す。

表 7.1 列挙型リスト

列挙型名	説明	項目	説明
EN_ConState	全体管理部の状態	en_con_wait	認証待ち状態
		en_con_reject	認証拒否状態
EN_Color	色の識別	en_color_red	赤色
		en_color_green	緑色
		en_color_blue	青色
		en_color_yellow	黄色
		en_color_black	黒色
		en_color_error	エラー
EN_TransState	運搬車の状態	en_trans_stop	停止状態
		en_trans_trace	ライントレース状態
		en_trans_turn90	90 度回転状態
		en_trans_turn180	180 度回転状態

EN_TransLoc	運搬車の場所	en_trans_entrance	靴脱ぎエリア
		en_trans_shoebox	収納エリア
EN_TransOri	運搬車の向き	en_trans_front	前方方向
		en_trans_rear	後方方向
EN_LineSide	検知したライトセンサ	en_line_right	右ライトセンサ
		en_line_left	左ライトセンサ
		en_line_center	両ライトセンサ
EN_TurnOri	旋回方向	en_turn_right	右回転
		en_turn_left	左回転
		en_turn_back	バック
EN_Line	線の色	en_line_white	白色
		en_line_black	黒色
		en_line_error	エラー
EN_MoveType	運搬車の移動タイプ (モーターの回転方法)	en_front_line_right	前方右旋回
		en_front_line_left	前方左旋回
		en_front_line_center	前方直進
		en_rear_line_right	後方右旋回
		en_rear_line_left	後方左旋回
		en_rear_line_center	後方直進

7.2 クラス図

図 7.1 に本システムのクラス図を示す。各クラスの概要を表 7.2 に示す。

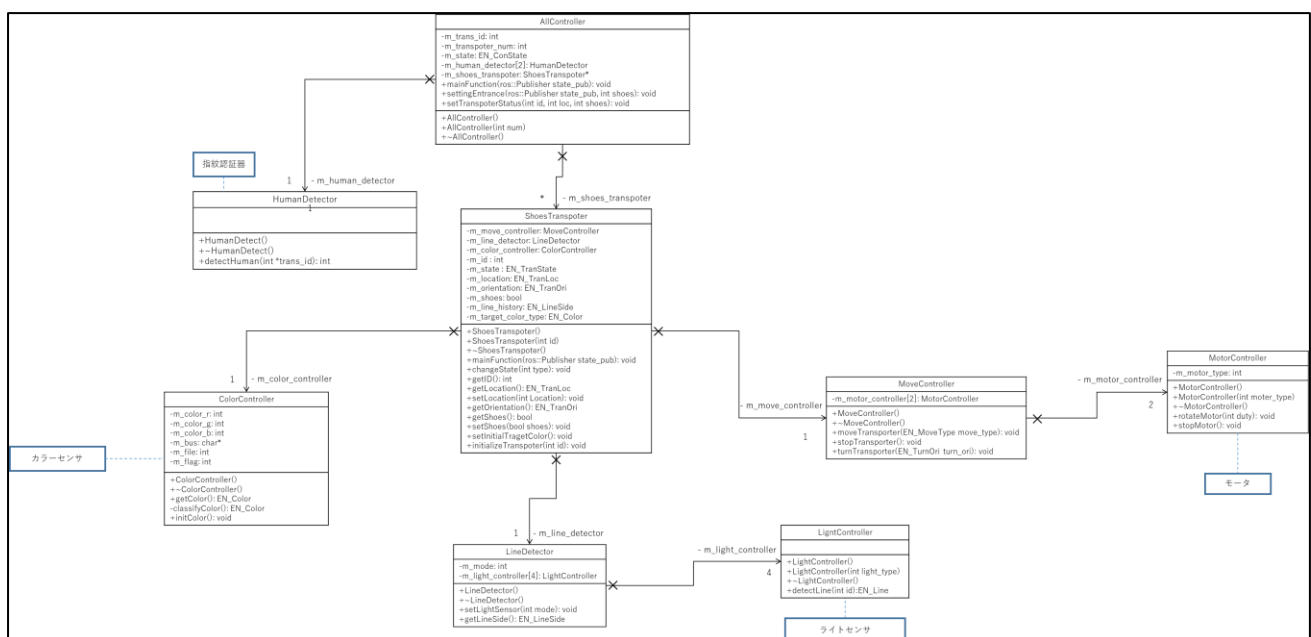


図 7.1 クラス図

表 7.2 クラス概要

クラス名	概要
AllController	全体管理部
ShoesTranspoter	運搬車管理部
HumanDetector	人物認証部
ColorController	色認識部
LineDetector	ライン認識部
LightController	ライトセンサ制御部
MoveController	走行制御部
MotorController	モータ制御部

7.3 状態遷移図

本システムでは全体管理部および運搬車が複数の状態を持つ。全体管理部および運搬車の状態遷移図を図 7.2 および図 7.3 にそれぞれ示す。

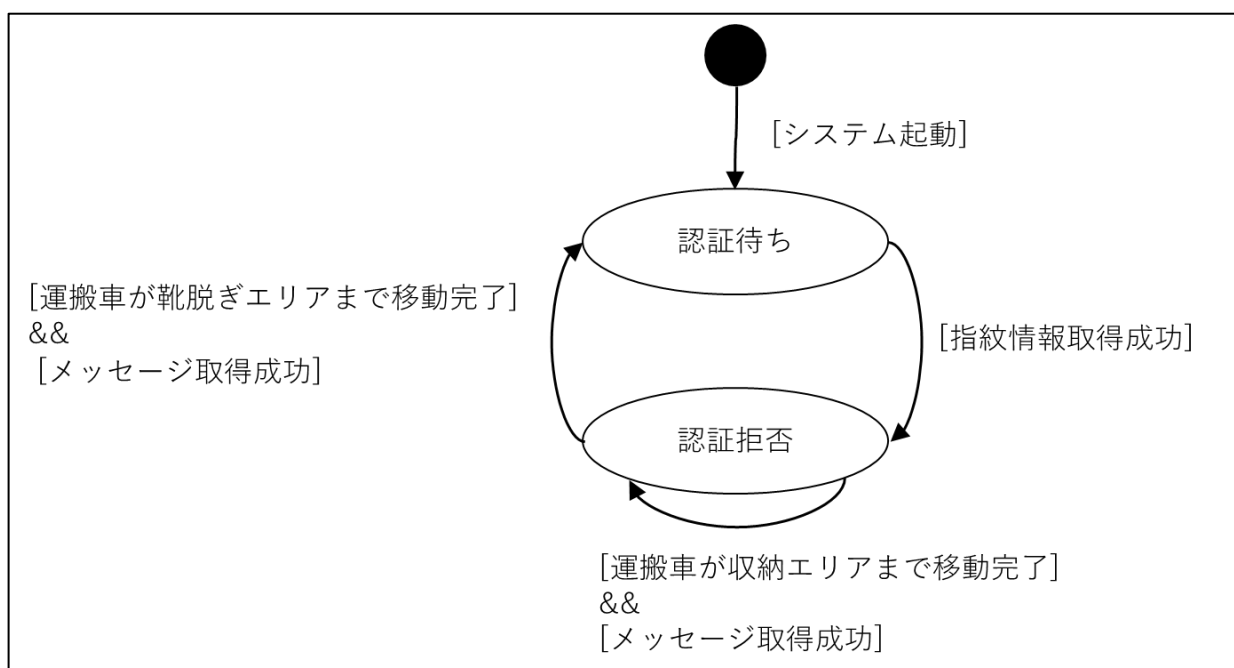


図 7.2 全体管理部の状態遷移図

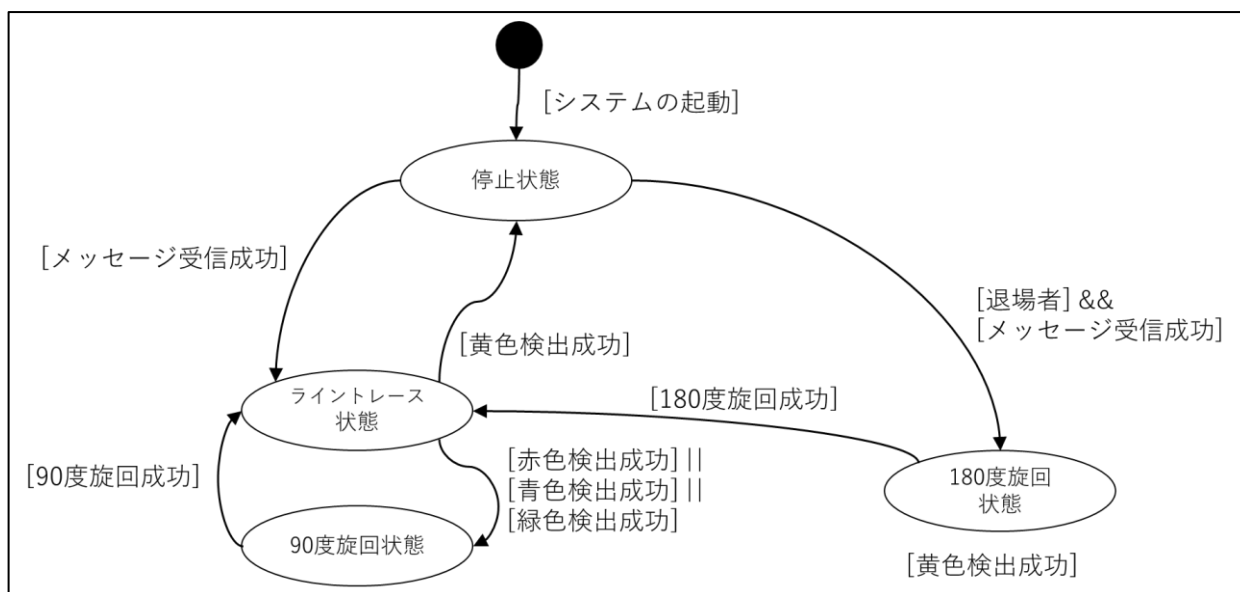


図 7.3 運搬車の状態遷移図

図 7.2 に示すように全体管理部は初期状態を認証待ち状態とし、指紋情報を取得した際に認証拒否状態に遷移する。このとき、靴脱ぎエリアにある運搬車に対し、収納エリアに移動する命令を送信する。その後、靴脱ぎエリアにあった運搬車が収納エリアに移動完了した信号を受信した場合、状態は認証拒否状態のまま収納エリアの別の運搬車（入退場者が退場者の場合は退場者の靴が乗っている運搬車、入退場者が入場者の場合は空の運搬車）を靴脱ぎエリアに移動する命令を送信する。そして、収納エリアにあった運搬車が靴脱ぎエリアに移動完了したときに認証待ち状態に遷移する。

図 7.3 に示すように運搬車は初期状態を停止状態とし、全体管理部の命令によりライントレース状態か 180 度旋回状態に遷移する。このとき、ID に応じて初期の目標色（赤色、青色、緑色）を設定する。入退場者が退場者であり、命令を受信した運搬車が収納エリアにあった場合は 180 度旋回状態に遷移し、それ以外の場合はライントレース状態に遷移する。180 度旋回状態の運搬車はライトセンサの値の切り替わりによって完了判定を行い、180 度旋回が完了した際にライントレース状態に遷移する。目標色が黄色でないライントレース状態の運搬車は目標色とカラーセンサで検出した色が一致した場合に 90 度旋回状態に遷移し、目標色を黄色に変更する。90 度旋回状態の運搬車はライトセンサの値の切り替わりによって完了判定を行い、90 度旋回が完了した際にライントレース状態に再度遷移する。目標色が黄色でライントレース状態の運搬車が黄色を検出した場合は停止状態に遷移する。

8 おわりに

本書では、シューズストレージシステム“Shoe 納くん”の設計資料をまとめた。本書で示した設計資料は一部であるが、主要なドキュメントは掲載されている。