



チーム紹介,目標,意気込み

個性豊かな大学3年生の4人からなるチームで,チーム名である「蟬丸」の由来は百人一首から(らしい)です。

(この名前の本当の意味は誰も知りません.)

「夢考房」とは学生が自主的にものづくりを行う施設であり,その中で我々が所属する「夢考房プロジェクト」は学生がスケジュール管理や組織運営を自主的に行う創作グループです。

チーム3回目の出場で悲願のチャンピオンシップ大会!! ETロボコンに捧げた時間はどのチームにも負けません。

「学生らしさ」が私たちの強みです。

目指すはひとつ,全国制覇!!

モデルの概要

- ・本システムは「走行システム」と「ブロック情報算出システム」の二つのシステムを連動させる。各システムの責務分担や,通信によるシステム間の通信内容を端的にまとめた。

- ・本システムは,想定外の事故(Bluetooth通信不具合,ブロック並べゲーム完了の遅れ)発生時もゲームを続行し,ボーナスタイムを獲得できる。必要な対応策を要求分析により導出し,各モデルに記載した。

- ・分析モデルにてブロック並べゲームに必要な走行パターンを全て抽出し,設計モデルに利用した。また,走行パターン毎に必要な時間を実験により確認し,戦略(要求モデル,分析モデル)にフィードバックした。

モデルの構成

P1 要求分析

全国大会優勝に必要なリザルトタイムを想定し目標とし,目標達成に必要な機能をまとめた。

P2,3 分析

「ブロック情報」と「経路情報」(1.2 システム配置参照)がゲーム攻略に必要なことを導き出した経緯を示した。

P3,4 設計

ブロック並べゲーム全体の制御を2つのシステム毎にまとめた。

P5 制御技術

①各カラーブロックの位置情報の算出

画像解析による必要な色の抽出,情報の算出過程などを示した。

②AIアンサー攻略

図0に各モデル間の関連を示す。

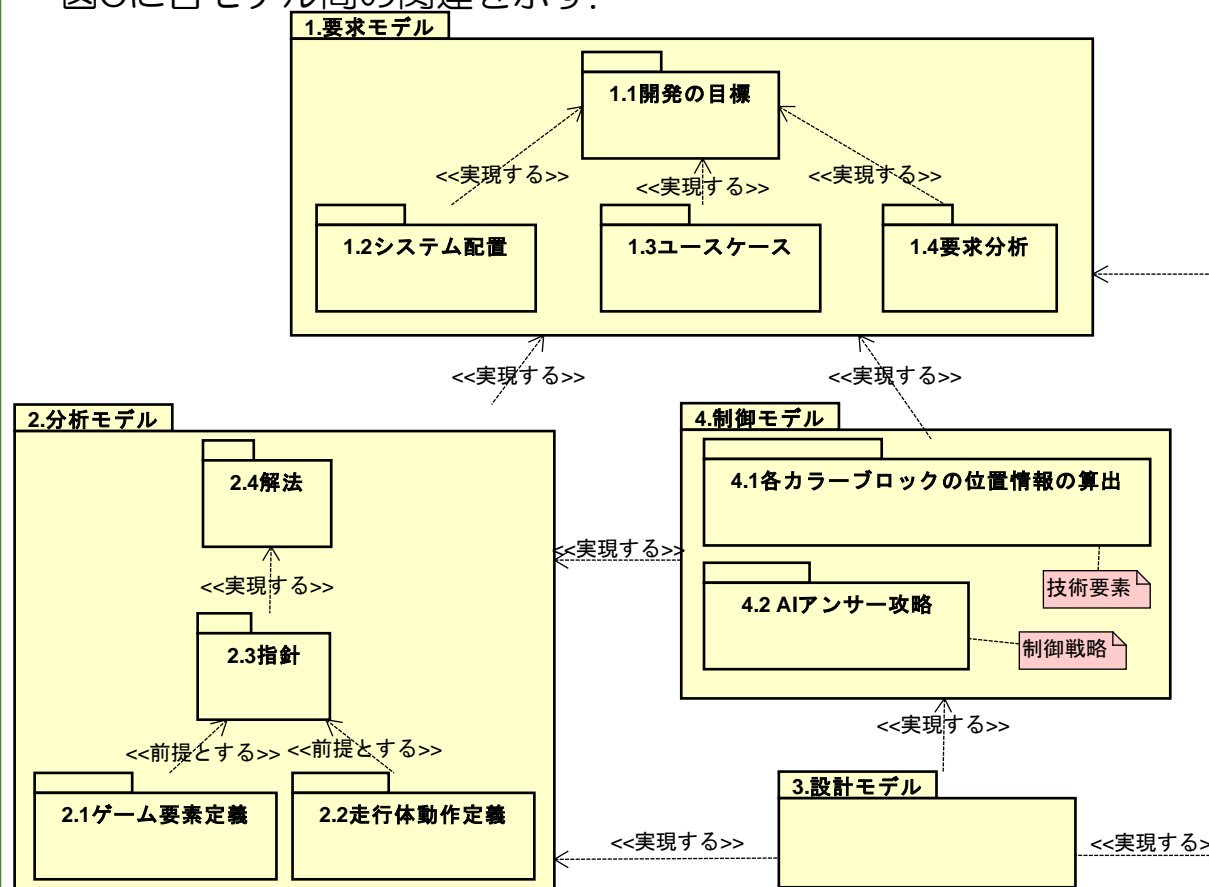


図0 各モデル間の関連

1.1開発の目標と1.3ユースケースより、目標、ユースケース、制約から機能要求、非機能要求を導出し、ブロック情報算出システムの要求図(図1-5)と走行システムの要求図(図1-6～図1-8)にまとめた。

③直角駐車場停止の目標:ボーナスタイム5秒

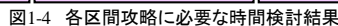


図1-5 ブロック情報を作成する機能要求・非機能要求

図1-1 走行システム(ユースケース図)

図1-2 ブロック情報算出システム(ユースケース図)

名称	ブロック情報を算出する
概要	ブロック情報を算出し、走行システムに送信する
事前条件	システムが起動していること
事後条件	ブロック情報が走行システムに送信されていること
基本系列	<p>①スターター2は、ブロック情報算出システムに初期位置コードを入力する</p> <p>②ブロック情報算出システムは、①のデータをもとにブロックの位置情報を算出する</p> <p>③ブロック情報算出システムは、カメラよりカメラ画像を取得する</p> <p>④ブロック情報算出システムは、③のカメラ画像を画像解析により、「ブロック情報」を算出する。(表1-3参照)</p> <p>⑤ブロック情報算出システムは、走行システムより「ブロック情報要求」を受信する</p> <p>⑥ブロック情報算出システムは、「ブロック情報」を走行システムへ送信する</p>

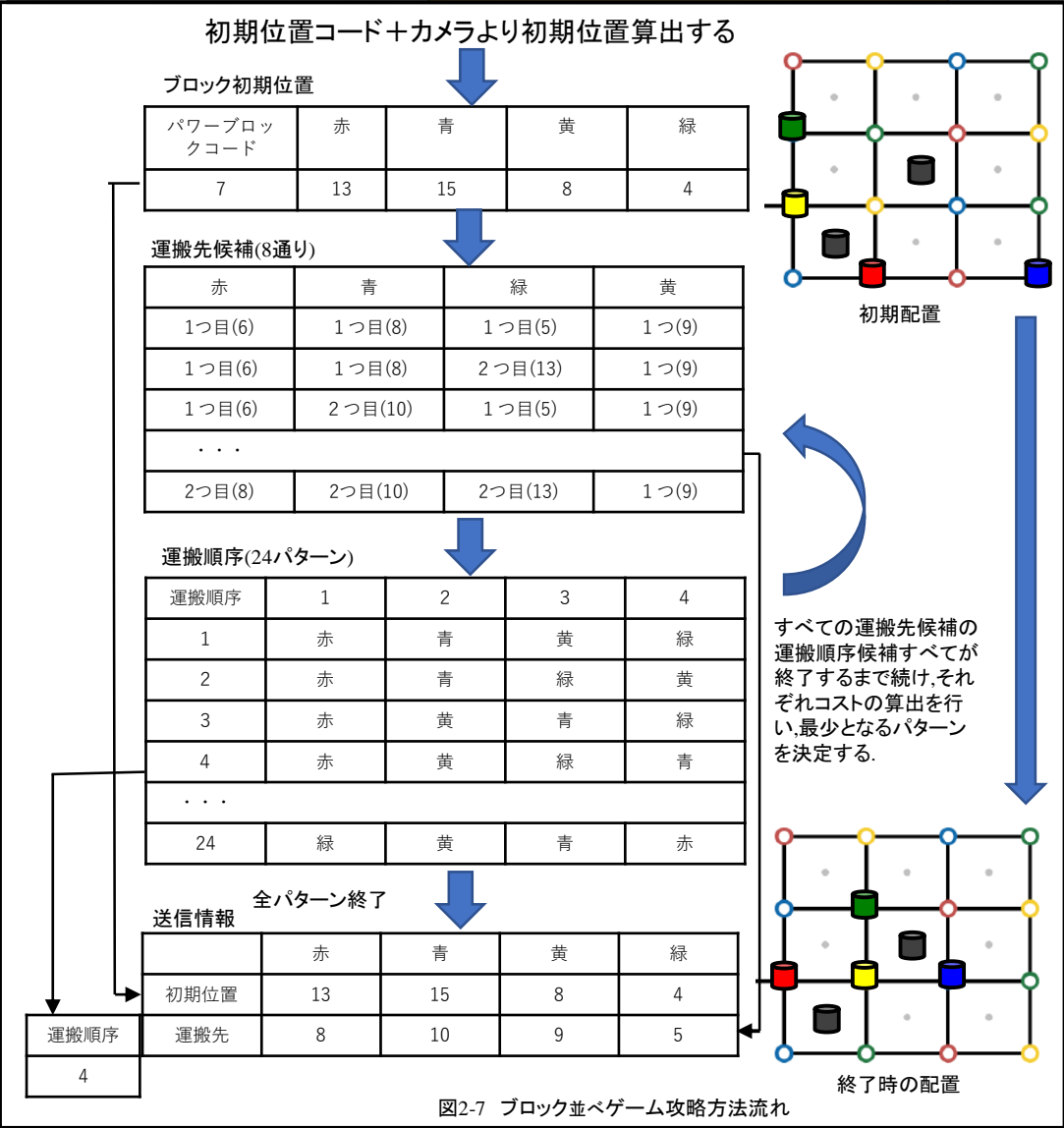
図1-3 システムの配置

図1-6 スピード競技を攻略する機能要求・非機能要求

図1-7 直角駐車場を攻略する機能要求・非機能要求

図1-8 ブロック並べを攻略する機能要求・非機能要求

項目	内容
【機能性】 【正確性】 自己位置誤差を小さくする	自己位置誤差を小さくすることで、区間毎のパラメータの切り替えや、ブロック並べにて走行方法の切り替えに誤差がなくなり、脱線の可能性を低くする。
【信頼性】 【障害許容性】 時間計測	ブロック並べ実行中、一定時間経過にてゲームを中断し、直角駐車場へ向かう。詳細は「2.3 指針」参照
【信頼性】 【障害許容性】 Bluetooth通信失敗時の対処	通信不具合などでブロック情報を取得できなかった場合、直角駐車場に移動する。



②ブロック初期位置を決定する振る舞い

ブロック初期位置を決定する振る舞いを図2-10に示す。振る舞い「初期位置コードを取得する」を実行した時点で、ブロックの位置のみが判明し、カラーブロックの色は不明である。初期位置コードの入力はブロック情報算出のため、PC(ブロック情報算出システム)へ入力する。

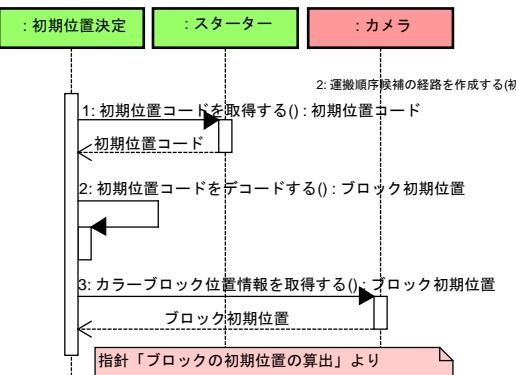


図2-10 初期位置を決定する振る舞い

③ブロック運搬情報を決定する振る舞い

指針に沿い、ブロック運搬情報を算出する振る舞いを図2-11に示す。

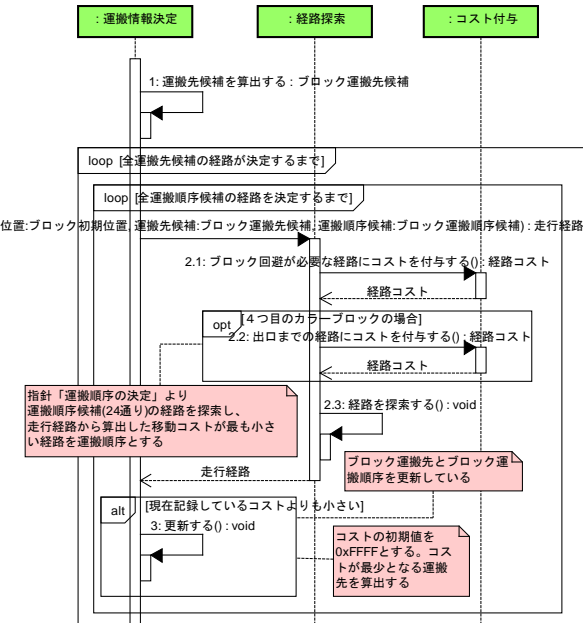


図2-11 ブロック運搬情報を決定する

指針に沿って問題を解くために必要な要素を追加したクラス図(図2-8)にまとめた。さらに、それら要素を使って問題を解くための方法・手順をシーケンス図(図2-9～図2-11)にまとめた。指針で定めたブロックの初期位置決定、運搬先の決定と運搬順序の決定、経路情報の算出、はそれぞれ「初期位置決定」「運搬先決定」と「運搬順序算出」「経路情報算出」としてクラスに追加した。また経路の探索方法については「経路探索」と「コスト付与」にクラスを追加した。クラス図シーケンス図の色分けは3.設計モデルのパッケージモデルに準ずる。

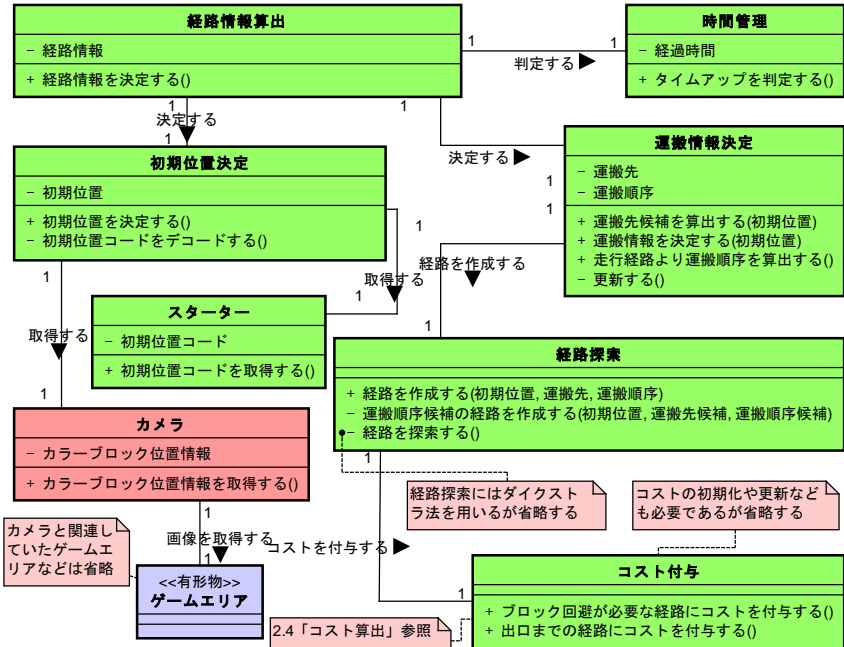


図2-8 ブロック並ベゲーム攻略方法のクラス図

①走行経路を算出する振る舞い

指針に沿い、走行経路を算出する振る舞いを図2-9に示す。

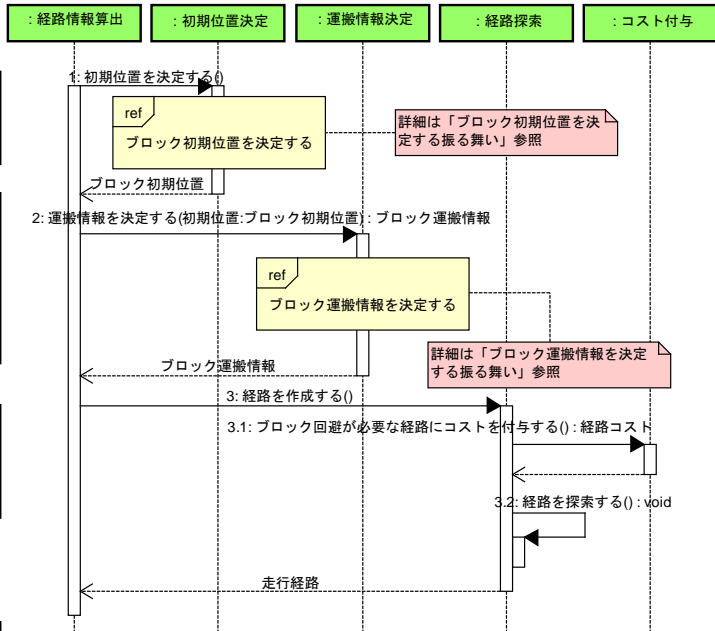


図2-9 指針に沿い、走行経路を算出する振る舞い

3. 設計モデル

3.1設計意図・方針

【ブロック並ベゲーム開始条件】

走行体システムがブロック並ベ進入区間を走行中に、カラーブロック置き場8(競技規約「7.4.3[DA]初期位置コード」参照)の色検知をすることで、開始とする。

【ブロック並ベゲームの進捗管理】

ブロック並ベゲームを2つの状態パラメータ「シナリオ」「ミッション」にて進捗管理し、実行する。詳細を以下に示す。

◆シナリオ

運搬したブロック数を状態「シナリオ」として管理する。

ブロック並ベゲームのシナリオの流れを「図3-1.1」に示す。

エリア進入完了後、ブロックの運搬を実行する。

4つのブロック運搬完了にてゲーム終了とする。

「ブロック4個目運搬中」が完了にて、ブロック並ベゲーム終了とする。

また、「ブロック3個目運搬中」完了時にスタートからの経過時間を確認し、105秒以上経過していた場合も、ブロック並ベゲーム終了とする。

ブロック並ベゲーム終了後、ゲームエリア退出を実行する。

(「2.3 指針参照」)

シナリオ「ブロック1個目運搬中」～「ブロック4個目運搬中」毎に

ミッションを実行する。(詳細は下記、「ミッション」参照)

シナリオ型を図3.1-3にて定義し、構造モデル(図3.2-1)にて利用する。

◆ミッション

ブロックの初期位置まで移動～ブロックを捕獲～

ブロック移動先まで移動～ブロックを設置

以上の動作を1セットとし、状態「ミッション」として管理する。

ミッションの流れを「図3.1-2」に示す。本ミッションの流れを

全て終了したら、次のシナリオを実行する。

ミッション型を図3.1-4にて定義し、構造モデル(図3.2-1)にて利用する。

【ブロック並ベゲーム終了後の処理】

ブロック並ベゲーム終了後(上記シナリオ参照)、走行体はブロック並ベゲームの出口(カラーブロック置き場11)へ移動する。

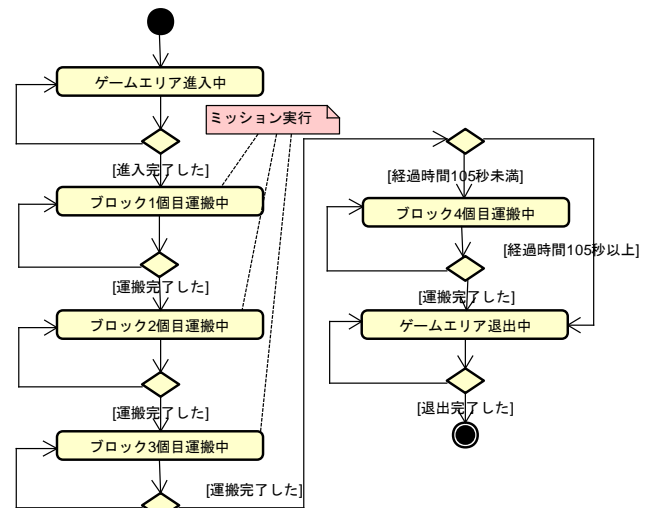


図3.1.1 シナリオの流れ

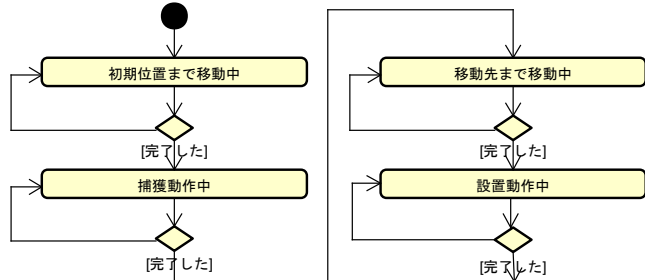


図3.1-2 ミッションの流れ

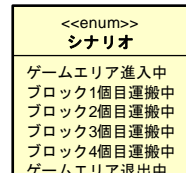


図3.1-3 シナリオ型

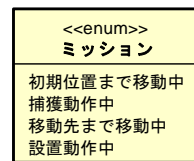


図3.1-4 ミッション型

3.2 構造

システム毎の構造をパッケージに分類し、図3-2.1、図3-2.2に示す。また、パッケージ毎の責務を表3-2.1、表3-2.2に示す。走行システムとブロック情報算出システムのソフトウェア構造を図3-2.3、図3-2.4にそれぞれ示す。

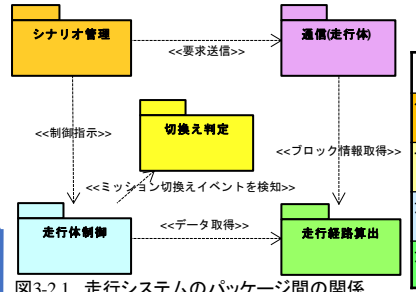


図3-2.1 走行システムのパッケージ間の関係

表3-2.1 走行システムのパッケージ毎の責務

パッケージ名	責務
シナリオ管理	シナリオを管理する。詳細は【ブロック並べゲームの進捗管理】参照。
切り替え判定	「シナリオ管理」にて管理しているゲームのシナリオ切換えを判定する。
走行体制御	シナリオに従いモータを制御し、走行体を動作させる。
走行経路算出	走行経路データの取得先・データはスピード競技中に作成済。

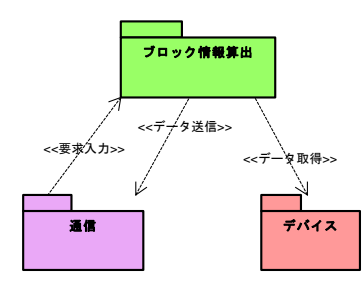


図3-2.2 ブロック情報算出システムのパッケージ間の関係

表3-2.2 ブロック情報算出システムのパッケージ毎の責務

パッケージ名	責務
ブロック情報算出	ブロック情報を算出する。
通信	走行体システムより要求を受信し、算出したブロック情報を送信する。
デバイス	カメラより、ブロック並べゲームエリアの画像を取得する。

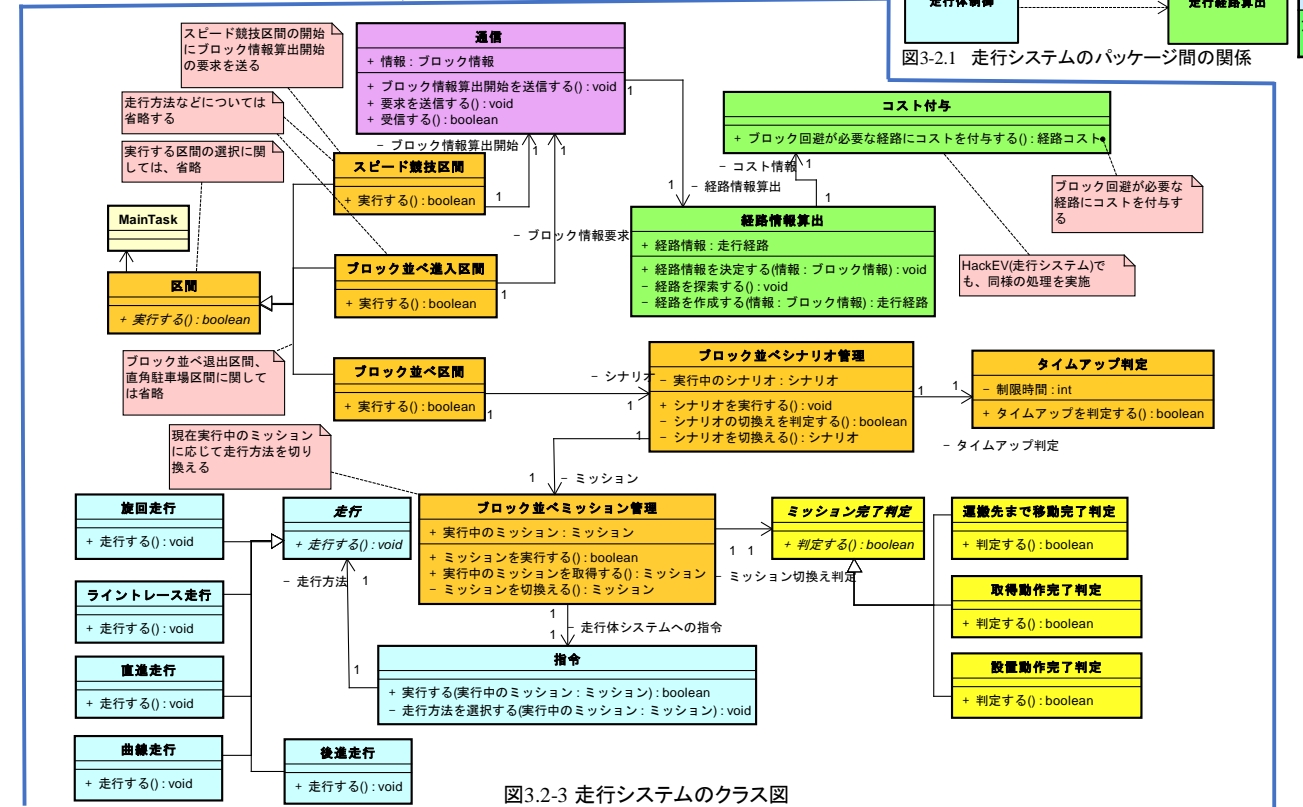


図3.2-3 走行システムのクラス図

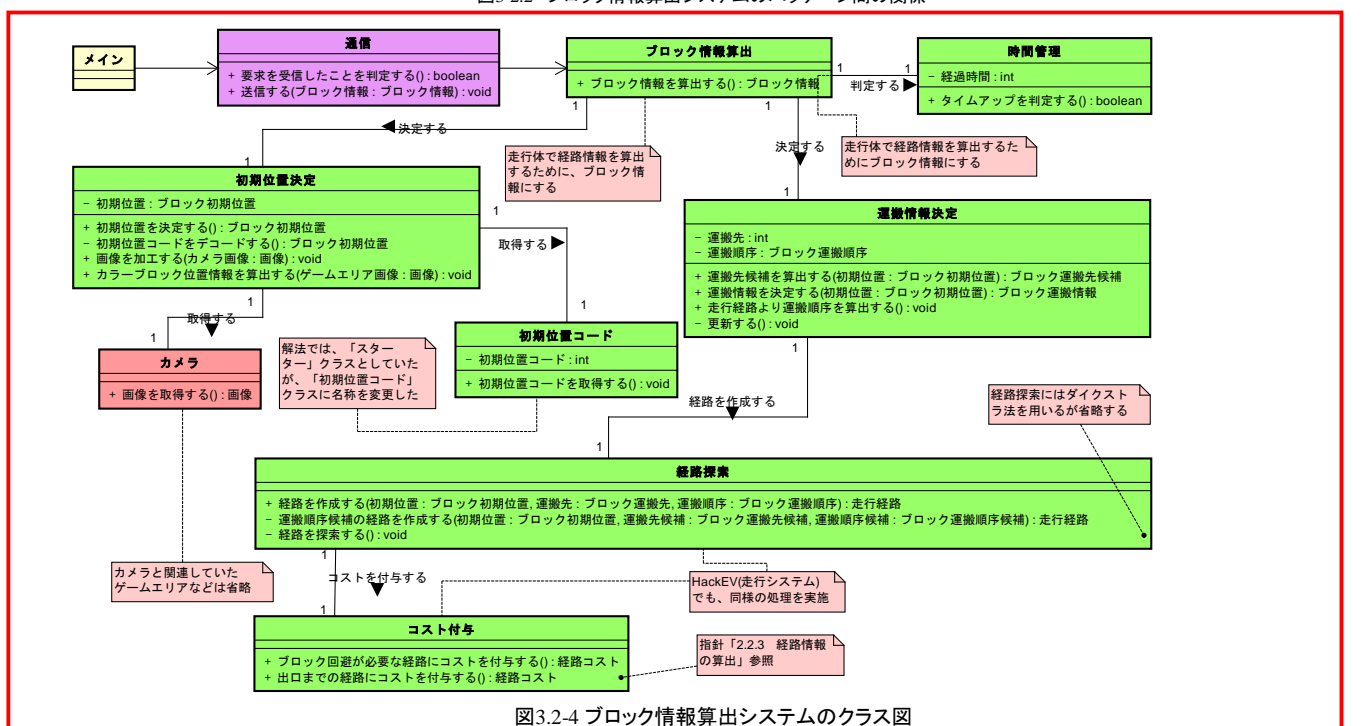


図3.2-4 ブロック情報算出システムのクラス図

3.3 振る舞い

走行システムがシナリオとミッションを管理し、走行する振る舞いを図3.3-3に示す。その際に、経路情報を算出する振る舞いを図3.3-4に示す。ブロック情報算出システムが、要求を受信してブロック情報を算出する振る舞いを図3.3-1に示す。その際に、ブロック情報を算出する振る舞いの詳細を図3.3-2に示す。

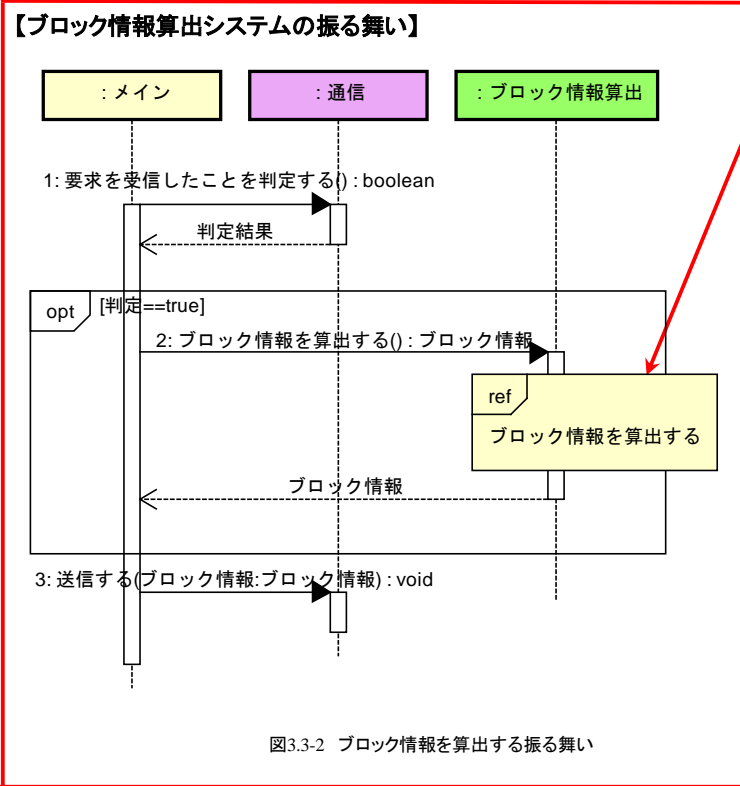


図3.3-2 ブロック情報を算出する振る舞い

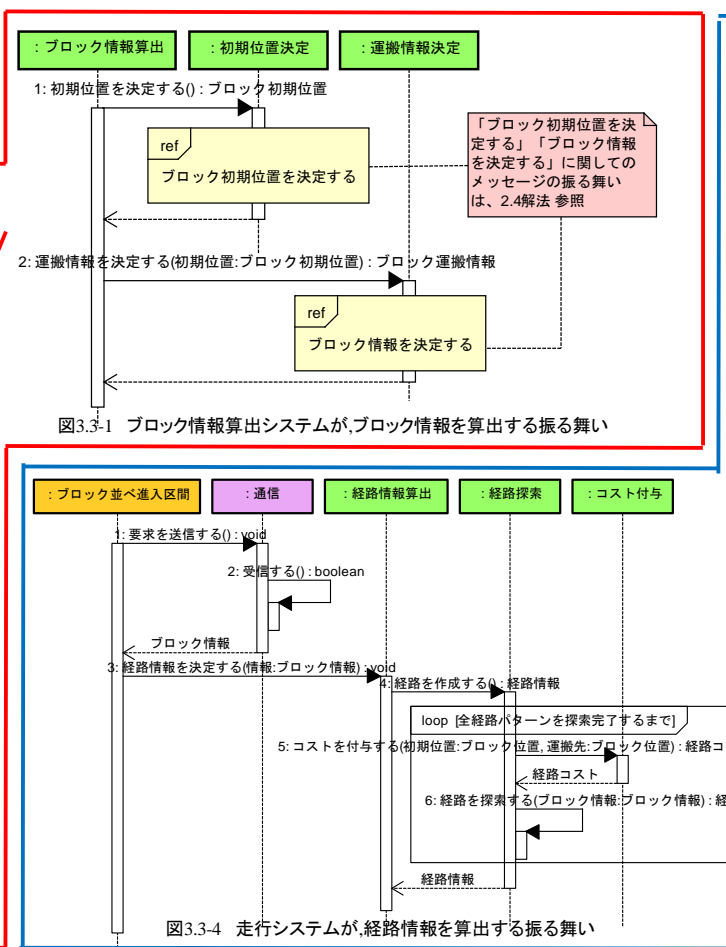


図3.3-4 走行システムが、経路情報を算出する振る舞い

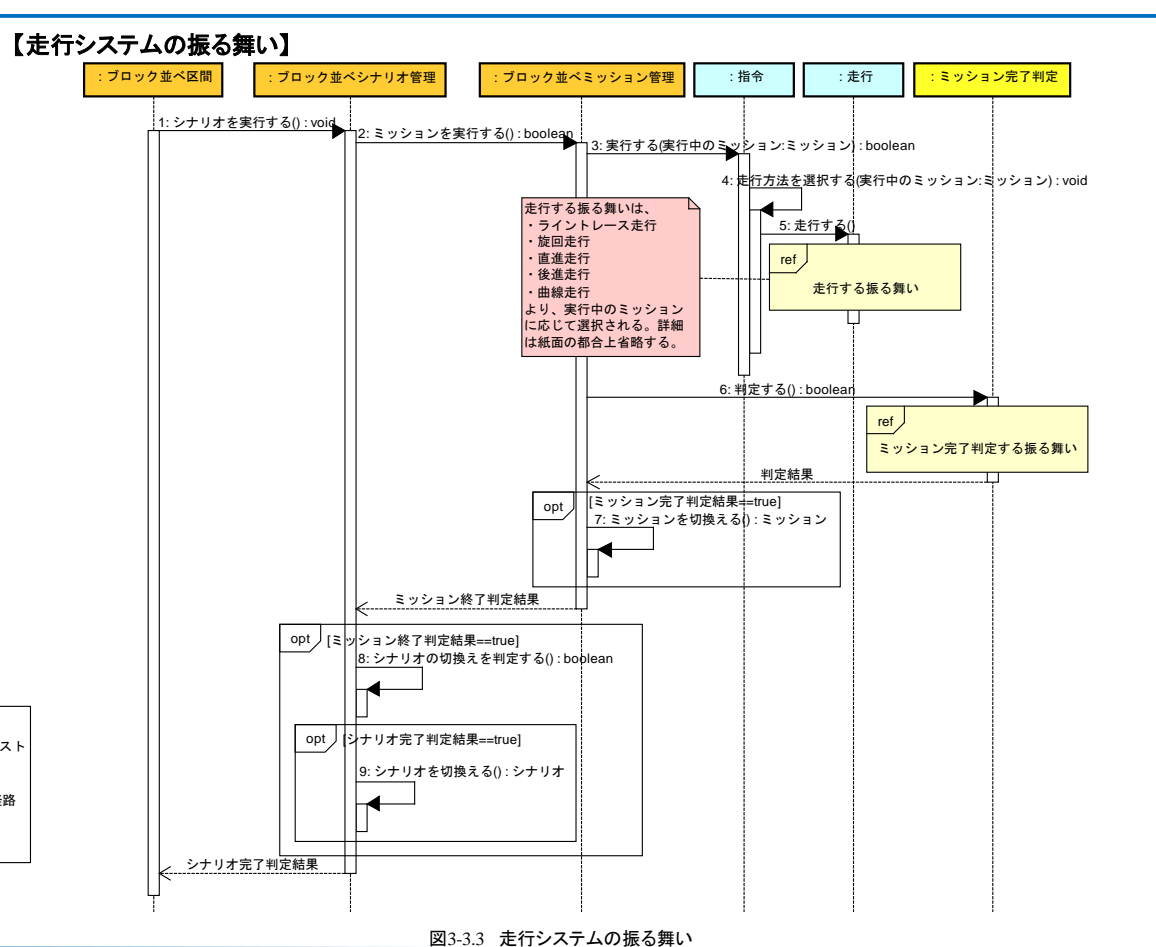


図3.3-3 走行システムの振る舞い

4.1 各カラーブロックの位置情報の算出

【テーマ】

「ゲーム攻略に必要な制御技術」として、「各カラーブロックの位置情報の検出」をテーマに選択した。

4.1.1 本制御の必要性

ブロック並べゲーム攻略には、カラーブロック各色毎の初期位置情報(どのブロック置き場に設置されているか)が必要であるが、キャリブレーション中に入力可能な初期位置コードでは、カラーブロックの色情報が含まれていない。また、カラーブロックがコース上に設置されるのは、キャリブレーション終了後であるため、スターターによるカラーブロックの色情報の入力とは不可能である。カメラシステム(「図4.2-1経路情報算出までの流れ」)のブロック情報算出システム)を用いて、ブロック並べエリアの画像から各カラーブロックの位置情報を取得する必要がある。

4.1.2 カラーブロック各色毎の位置情報確定までの手順

以下にカラーブロックの各色毎の位置情報が確定するまでの手順を①～⑤に示す。

- ① カメラより取得した画像を1280×720分割し、各画像の行列をX軸、Y軸に割り当てる。
- ② カメラより取得した画像を、必要な色のみを抽出する。(4.1.3 課題①参照)
- ③ ②にて色を抽出した画像に対し、初期位置コードより分かっているカラーブロック置き場に対応した部分のみを画像解析する(4.1.3 課題②参照)(4.1.3 課題③参照)
- ④「赤」「緑」「青」「黄」の順に、ブロック置き場に対応した座標範囲内に対象とする色に対応した画像が200ピクセル以上存在したら、そのブロックが設置されていると判定する。(4.1.3 課題③の例参照) (4.1.3 課題④参照)

4.1.3 画像解析によるブロック位置情報確定までの課題

カメラシステムにて得られた画像より、カラーブロック各色の配置を算出するにあたり、以下の課題を対策する必要がある。

【課題①】画像解析に必要な色のみを抽出

カメラ画像をそのまま使用した場合、外光の影響により色の読み取りが困難である。
(図4.1-1 カメラより取得した画像)

【課題①の対策】

カメラ画像をHSV空間色にて分析し、画像解析に必要な色のみを抽出することにより、必要な色を明確にすることができ、後の画像解析が容易になる。
「必要な色」とは、カラーブロックの色「赤」「青」「黄」「緑」である。
図4.1-2にHSV空間色分析により、必要な色のみを抽出した結果を示す。
※ HSV空間色分析にて抽出されるパラメータ(色相、彩度、明度)の組み合わせにより、カラーブロック色を判定する。(例: 赤の場合は、色相: 15より小 または 168より大)



図4.1-1 カメラより取得した画像

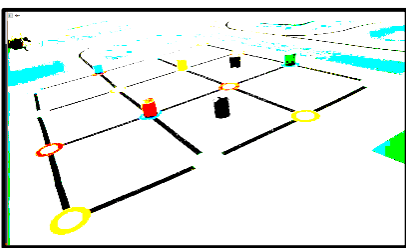


図4.1-2 必要な色のみを抽出した画像

【課題③】処理負荷の軽減

すべてのカラーブロック置き場を判定すると処理に負荷がかかる

【課題③対策】

初期位置コードより分かっているカラーブロック置き場に対応した部分のみを画像解析する。図4.1-4は、例として、初期位置コードよりカラーブロック置き場「1,6,9,11」の部分にカラーブロックが置かれていることが分かっている場合に画像解析する部分をオレンジ色で囲んだ図である。

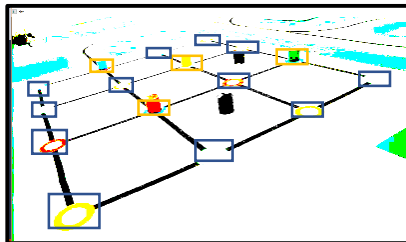


図4.1-4 必要な色のみを抽出した画像

【課題②】ブロック並べゲームエリア外の情報を除去

カメラより取得した画像には、ブロック並べエリア以外の画像も含まれており、そこにブロックと同じ色が存在する場合がある。(大会当日はオブジェなどがエリア周辺に設置されることが予想され、画像解析に影響する可能性がある。)

【課題②の対策】

画像(図4.1-2)を1280×720分割した上でX、Y軸座標にて管理し、各ブロック置き場の座標のみをHSV空間色分析の対象とする。
画像4.1-3に対象とした部分を青色で囲った図を示す。(囲っているのは大まかな位置である)※例: 図4-1.3に示すブロック置き場10の座標は、X軸(445より大 かつ 470より小)、Y軸(240より大 かつ 315より小)である。

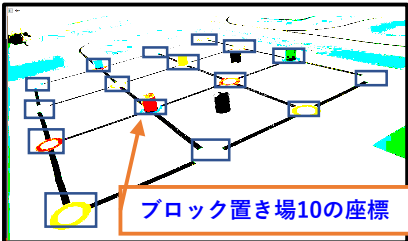


図4.1-3 必要な色のみを抽出した画像

【課題④】誤判定の対策

判定基準によっては、カラーブロック置き場の色などで誤判定をする場合がある。

【課題④対策】

色の判定基準をブロック置き場に対応した座標範囲内に対象とする色に対応した画像が200ピクセル以上存在したら、そのブロックが設置されていると判定することで、他のカラーブロックや置き場の色などの誤判定がなくなった

4.2 AIアンサー攻略

【テーマ】

「AIアンサーの攻略」として、「数字判定」をテーマに選択した。

4.2.1 数字判定の手順

AIアンサーの攻略の手順を図4.2-1と図4.2-2に示す。

図4.2-1は走行体の動きの流れを赤矢印によって示した図である。数字部分①～⑥で黒色の検知を行い判定する。右出題数字の①⑤⑥部分は検知内容により、走行動作が変わる(図4.2-2参照)。そして、右出題数字の④が終了時に数値を決定し、解答エリアに移動する。

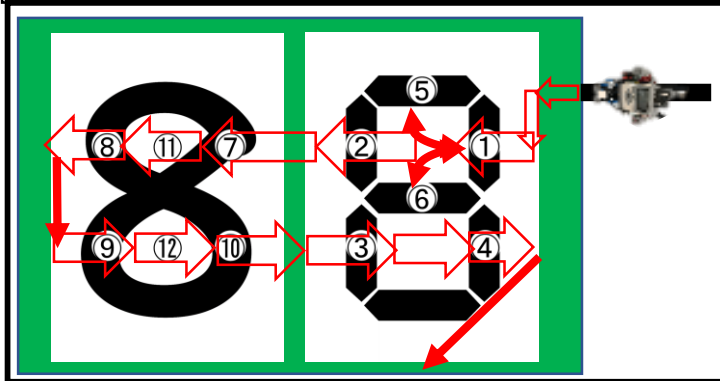


図4.2-1 攻略流れ画像

4.2.3 左数字判定

表4-2.2に左出題数字の判定を示す。

左出題数字も同様に考え、検知する箇所を変えることにより、左出題数字も判定できるようにした。

変えた理由として、検知する箇所を右出題数字と同様の場合、左出題数字「7」は②を検知することができると判定できるため、⑤が必要なくなる。そのため、「3」は①と④だけでよい。また、右出題数字の⑥も必要なくなる。

しかし、「1」を判定することができなくなるため⑪を追加した。さらに、右出題数字の「4」の判定を⑨と⑩のみで行うと、「6」と被ってしまうため⑫を追加した。

左出題数字として「2」「3」「4」「5」は曲線が多く、判定するのが難しかったがズレを無くすことにより判定できるようにした。(4.2.4課題①参照)

4.2.4 数字判定までの課題

数字判定をするにあたり、以下の課題を対策する必要がある。

【課題①】

数字部分①～⑫を読みとる際に走行体の向きにズレが生じていた場合、判定できなくなる。

【課題①の対策】

走行体にズレが生じるのは出題数字に進入前に旋回時に、出題数字の上に敷いてあるクリアマットに走行体の尻尾が引っかかってしまうためであったため、クリアマットに走行体が完全に乘った状態で旋回するようにした。

表4.2-1 右出題数字の判定

数字	①	②	③	④	⑤	⑥
0	●	●	●	●		
1	●			●		
2	●		●			
3	●			●		●
4	●	●		●		
5		●		●		
6		●	●	●		
7	●			●	●	

4.2.2 右数字判定

表4.2-1に右出題数字の判定を示す。
右出題数字は7セグメントから構成されており、各セグメントの有無を検出するとよい。しかし、全セグメントを検出するのではなく、図4.2-1の右出題数字の通り、最大6つのセグメントを検出することで数字を判定することができる。
流れを図4.2-2に示す。

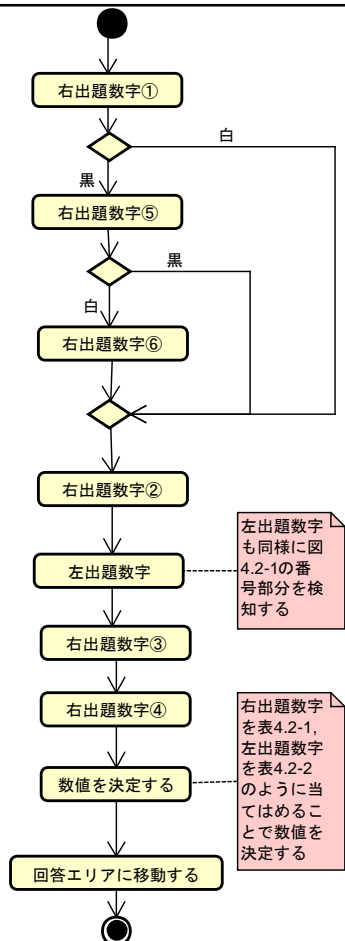


図4.2-2 攻略流れ(アクティビティ図)

表4.2-2 左出題数字の判定

数字	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
0	●	●	●	●		
1					●	
2	●		●			
3	●			●		
4						●
5		●		●		
6		●	●	●		
7	●	●		●		