

## 移動ボール先読み型 Shoobot の実現

5M-9

水野 裕識 興梠 正克 村岡 洋一

早稲田大学 理工学研究科

## 1. はじめに

運動知能 (*Athletic Intelligence*) の実践に向けて、サッカーロボットを題材にした研究を行っている。運動知能とは、実世界でロボットに特定の運動を行わせる場合に、ロボットに埋め込む技術を指す。その評価は、単体移動ロボットのサッカーの場合、基本要素運動であるドリブル、シュート、パスを旨く行わせるかによる。

我々はシュート行動における単体サッカーロボットの技能の1つに、先読み行動は必要になると考え、ボールの転がりを判断すると、その方向に移動してゴールに蹴り込む能動型ロボットを指向している。ロボットの行動コストは、通信、処理時間や移動時間から成り、全て時間に置き換え、移動すべきかの判定をする。つまり、ボールの転がる程度や、車輪の方向制御、その前後の回転量から必要になる時間について比較判定を常に繰り返しながら、移動ボールに接近して蹴り込む。

## 2. 先回り行動について

ボールが転がる場合、その位置の状態は時間とともに推移するので、ボールが移動する軌道を予め全て列挙することはできない。

視覚センサーによる観測は、実世界のある瞬間のスナップショットである。ボールが転がっているかどうかは、この1観測だけではできない。少なくとも2観測、あるいはそれ以上の状態の比較から推定が必要になる。

過去観測からできるだけずれないように、その履歴から先の状態を推定する。ボールの転がりの位置推定はその履歴から十分決定できると考えられる。

ここで、ボールの方向やら移動先回りが可能かどうかの判定とその場合にどのように移動すれば良いかという2つの課題が生じる。

1. 先回りの可能判定についてその履歴からボールの移動しているかどうかの判定をし、今後どの方向に推移するかの移動位置を推定することが必要になる。ボール速度が低下する場合、曲がる方向を推定することは移動位置精度を高めるために必要になる。先回りは、推定位置にロボットの移動時間内に達成可能かどうかにより判定する。任意時刻において、この場所はボールの動きにより複数存在する場合がある。目標移動の場所は1点でなければならないので、ロボットの行動コストから絞りこむ。

2. 推定位置までの移動について実際のロボットが移動する場合には、取られる移動アルゴリズムによって、その移動コスト（時間、経路）は変化する。推定位置はそれが1度決定されると、ボールの進路が変化しない限り、大きな変動を伴わないので、推定される位置までの移動時間は少なくする移動方法が望まれる。しかしながら、推定位置に接近する際に、軸回りへの回転と前後回転をどちらを優先すべきか、位置までの誤差と時間によって変化する。

## 3. 移動ボールへの対応

目的行為の達成時間は、常に制限がある。最終的にボールを蹴るには、その前に行動達成に対して状態判定が行われる。これには自らの行動、つまりロボットが移動する選択場所にも依存する。

## 3.1 移動開始判定

まず、移動開始の条件について確認する。図1.aに示すように、 $B_0, B_1$  にボールが観測されると、 $i$  観測時間幅分だけ積算するとその先の方向へ推定移動位置 ( $B_i$ ) が決まる。ロボット ( $R_0$ ) からその位置 ( $B_i$ ) までの距離 ( $L_i$ ) が求まる。

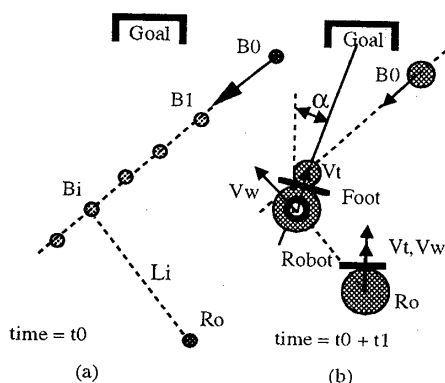


図1: How to forstall the rolling ball

$$\vec{B}_i = \text{Forstall}(\text{Internal})(i) + \vec{B}_0 (i = 1, \dots, \text{number})$$

次にそれぞれの各点までに、移動するのに必要となる時間 ( $RT_i$ ) とその位置まで転がる残り時間 ( $BT_i$ ) を各点毎に比較する。Nomad200 移動コストは、3輪シンクロドライブ機構のため1.bの  $V_w$  で表される車輪移動回転と軸回りの回転の2自由度から成る。本式は各最大速度で回転すると仮定する場合、方向を合わせた後に移動する戦略を取った場合よりも、ボールの到達時間が長くなる場合に移動が可能になることを意味している。

