

ボロノイ図を用いたサッカーの 3次元優勢領域の決定 3D-Dominant Region Determination Using Voronoi Diagram

2017年2月27日

早稲田大学基幹理工学部情報理工学科渡辺研究室

横井真也/Yokoi Shinya

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

1

目次/Outline

- 導入/Introduction
- 従来手法/Related Work
- 提案手法/Proposed Approach
- 実験結果/Result
- まとめ/Conclusion

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

2

導入/Introduction

- 様々な映像配信サービス(DAZN,YouTubeなど)
→容易にスポーツ映像の視聴が可能
- スポーツ映像を解析し,わかりやすく表示するツールの需要は高い
- 選手,視聴人口の多いサッカーとその解析できるボロノイ図に注目

従来手法/Related Work

- ボロノイ図の作成と守備分析への応用^[1]
- 優勢領域図の作成とパスの評価^[2]



二次元の解析

[1]岩浅真秀人,大塚寛,“時間制限付き優勢領域図の提案とサッカーの守備の分析への応用”,情報処理学会第75回全国大会,1-451-1-452,2013

[2]大森隆司,山田信幸,国見保夫,菅野直敏“ゴール型ボールゲームの戦術行動モデルの構築と評価—Jリーグにおけるゲーム分析を事例として—”玉川大学学術研究所紀要,第20号15—21,2014

提案手法/Proposed Approach

- ボロノイ図(二次元)とボールの軌道(3次元)を組み合わせる
- 3次元優勢領域の決定

➡ 図を出力

ボロノイ図/Voronoi Diagram

- ある空間上に母点を置き,その空間上に存在する点がどの母点に近いかを表した図

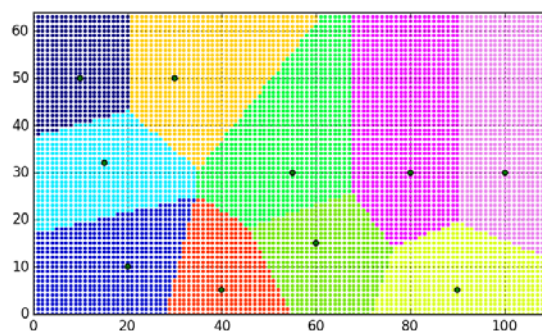


図1 ボロノイ図例

優勢領域図/Dominant Region Diagram

- 母点から各点への「近さ」に条件
- サッカーの場合どの選手が最も早く各点へ到達できるか

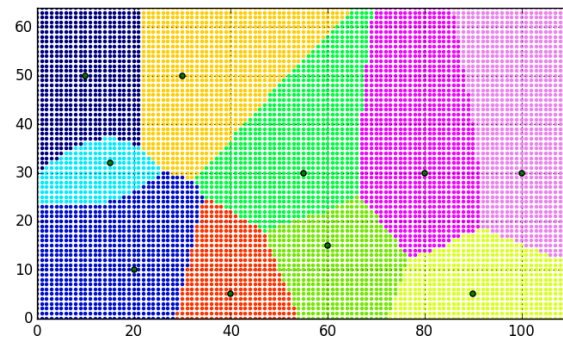


図2 優勢領域図例

定義/Definition

- 2次元優勢領域図→ある場所に来たボールをどの選手が取れるか
- 3次元優勢領域図→ボール所持者のチームの領域だけを通すればパスが成功する

提案手法/Proposed Approach

- 従来の手法と同様に二次元優勢領域を決定

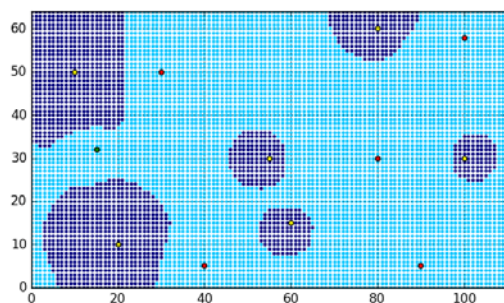


図3 二次元優勢領域

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

9

提案手法/Proposed Approach

- 選手の速度,振り向き遅延^[2]から各地点への到達時間を算出
- 選手の速度には上限を設定
- 各選手の二次元優勢領域決定

[2]大森隆司,山田信幸,国見保夫,菅野直敏“ゴール型ボールゲームの戦術行動モデルの構築と評価—Jリーグにおけるゲーム分析を事例として—”玉川大学学術研究所紀要,第20号15—21,2014

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

10

提案手法/Proposed Approach

- 身長から選手が直接ボールに接触可能である,選手の優勢領域を決定
- ボール所持者が蹴り出すことのできるボールの軌道を算出
- ボールが最初に到達する選手の領域に,そのボールが通過した領域が属するとする



図4 ボール軌道例と初速度

ボールの軌道/Trajectory of Ball

- 鉛直上向き:Z軸
- ボールの初速度方向:X軸
- X軸とZ軸に垂直:Y軸
- ボールには自転軸がY軸となる回転がかかっており,風などのY軸方向に力が加わる要素は存在しないとする → ボールはX-Y平面で見た場合直進^[3]

[3]安田梅人,坪井一洋,田中晃平,宮寄武,“軌道の特徴量を用いたボールの空力係数の推定”日本機械学会論文集,vol80,No814,2014

ボールの軌道/Trajectory of Ball

- ボールの軌道は右式^[4]によって算出

$V=(u,v,w)$: ボール速度
 m : ボール質量
 q : 速度ベクトルの大きさ
 g : 重力加速度
 ρ : 空気密度
 C_D : 抵抗係数
 C_L : 揚力係数

$$\dot{u} = -\frac{k}{m}qu - \frac{l}{m}qw$$

$$\dot{w} = -\frac{k}{m}qw - \frac{l}{m}qu - g$$

$$k = \frac{1}{2}\rho SC_D$$

$$l = \frac{1}{2}\rho C_L$$

[4]坪井一洋, "抵抗と揚力の働く投射体の最大投射角", 日本機械学会論文集(C編)Vol.78, No.790, pp.1972-1983, Jun.2012.

ボールの軌道/Trajectory of Ball

- 算出には数値計算を行う
- ボールの初速度からX軸方向,Z軸方向の初速度を初期値として Runge Kutta法により算出

提案手法/Proposed Approach

- フィールド全体を2チームの優勢領域として分割するには大量の軌道データが必要
- 算出する軌道はX-Y平面上10度間隔36パターン,X-Z平面上8度から36度まで2度間隔15パターン,ボール初速度は20km/hから60km/hまで11パターン
- 通過しない領域は最も近い優勢領域に従う

提案手法/Proposed Approach

- 図示したものに優勢領域以外の情報を加える
- 3次元図に各領域にパスを出すために必要なボール初速度の情報を付加

実験結果/Result

- 3次元優勢領域の断面図と3次元図を示す
- 比較のため選手の最高速度を下記の2パターンに設定した
ボール所持者チーム10km/h,相手チーム10km/h
ボール所持者チーム1km/h,相手チーム10km/h

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

17

断面図/Sectional View

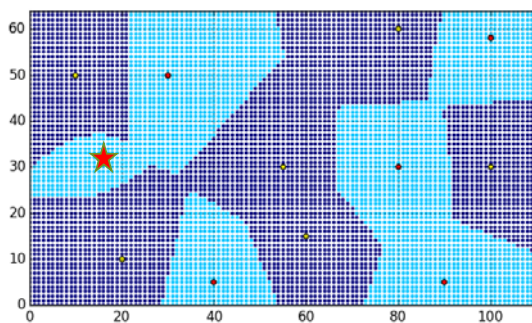


図5 優勢領域図(断面図 $z=0$)

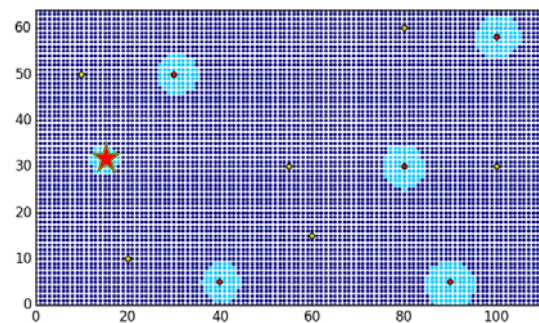


図6 最高速度を遅くした優勢領域図(断面図 $z=0$)

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

18

断面図/Sectional View

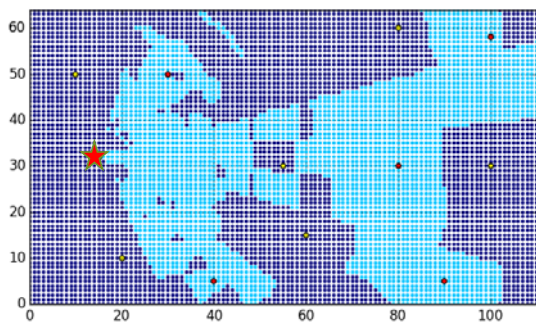


図7 優勢領域図(断面図z=6)

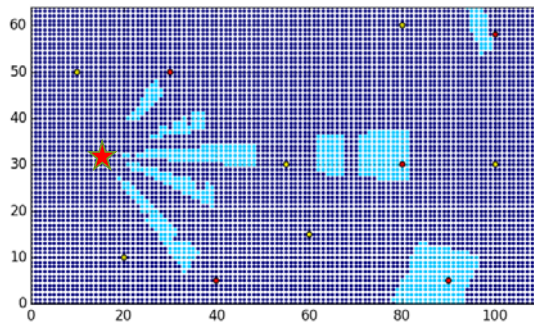


図8 最高速度を遅くした優勢領域図(断面図z=6)

断面図/Sectional View

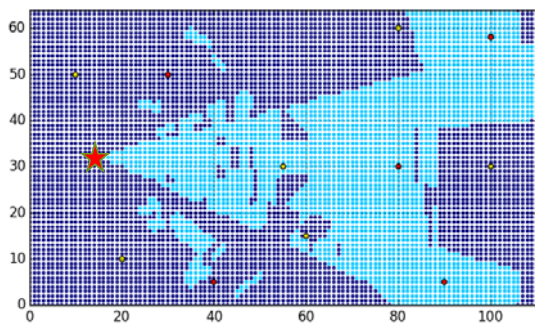


図9 優勢領域図(断面図z=10)

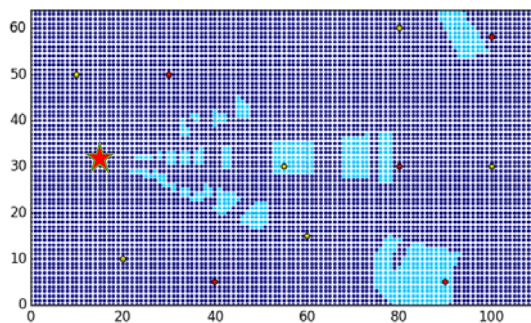


図10 最高速度を遅くした優勢領域図(断面図z=10)

3次元図/3D Figure

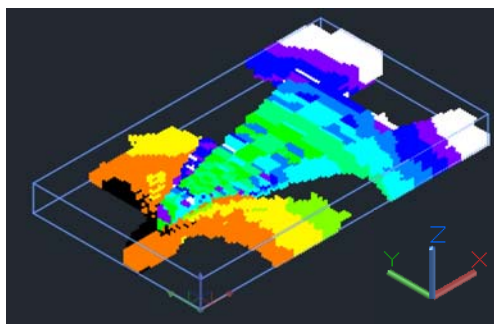


図11 3D-dominant region(normal speed)

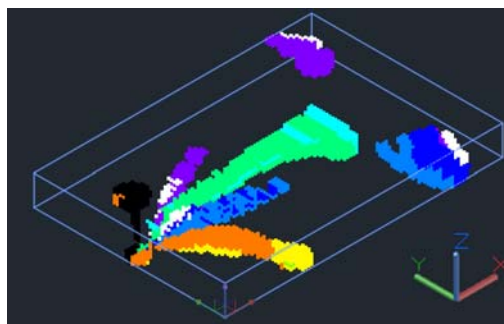


図12 3D-dominant region(1/10speed)

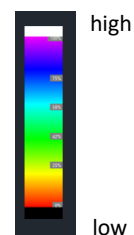


図13 colorbar

初速度の高低と色の対応

3次元図/3D Figure

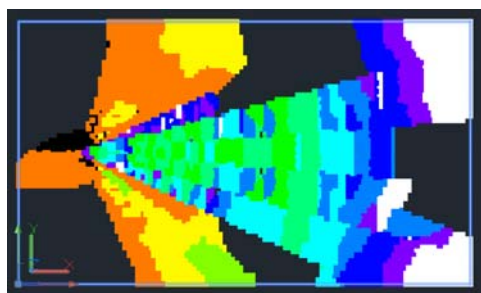


図14 3D-dominant region(normal speed)



図15 3D-dominant region(1/10speed)

パス可能性/Pass possibility

- 3次元優勢領域図から取得できるパス可能性に関わる要素
 - 相手チームの領域との距離
 - ボールの速さ
- 2つの値の比からパス可能性を算出

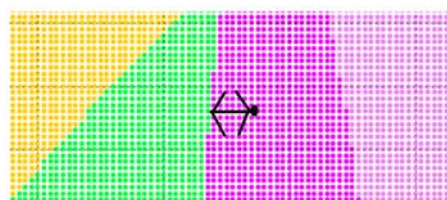


図16 相手領域との距離

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

23

3次元図/3D Figure

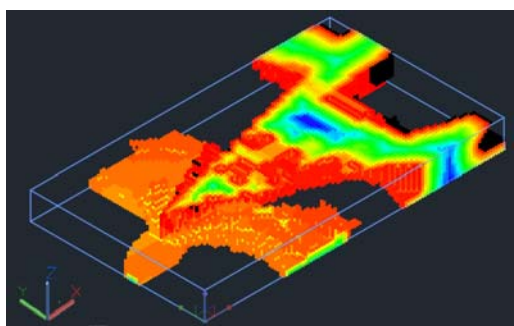


図17 pass possibility(normal speed)

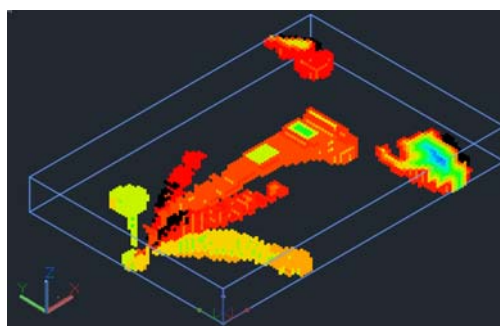


図18 pass possibility(low speed)

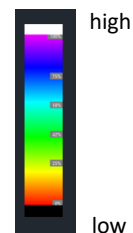


図19 colorbar

パス可能性の
高低と色の対応

2017/2/26

映像情報メディア学会 スポーツ情報処理時限研究会 第3回研究会 (中京大学)

24

断面図/Sectional View

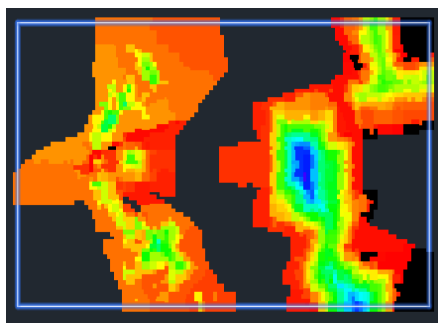


図20 pass possibility(normal speed)

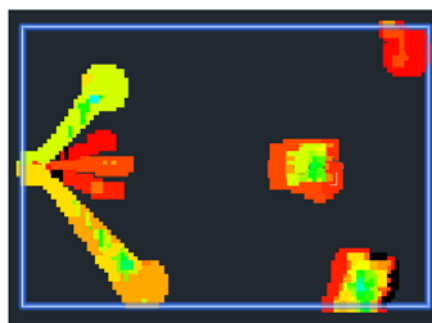


図21 pass possibility(low speed)

まとめ/Conclusion

- 軌跡データから3次元優勢領域図を作成
- パス可能性を視覚化

課題/Problem

- 図の妥当性
 - 実データでの検証

- 検証方法

参考文献/References

- [1]岩浅真秀人,大塚寛,“時間制限付き優勢領域図の提案とサッカーの守備の分析への応用”,
情報処理学会第75回全国大会,1-451-1-452,Mar.2013
- [2]大森隆司,山田信幸,国見保夫,菅野直敏“ゴール型ボールゲームの戦術行動モデルの構築
と評価—Jリーグにおけるゲーム分析を事例として—”玉川大学学術研究所紀要,第20号
15—21,Mar.2014
- [3]安田梅人,坪井一洋,田中晃平,宮寄武,“軌道の特徴量を用いたボールの空力係数の推定”
日本機械学会論文集,vol80,No814,Jun.2014
- [4]坪井一洋,“抵抗と揚力の働く投射体の最大投射角”,日本機械学会論文集(C編)Vol.78,
No.790, pp.1972-1983, Jun.2012

3次元支配領域の決定 Decision of 3D-Dominant Region

- ボール所持者の座標と運動方程式^[2]からボールの軌跡を算出
- その軌跡が最初に到達する領域がどちらかによって、その軌跡が通過した座標を各チームの領域として決定

[2]安田梅人,坪井一洋,田中晃平,宮寄武,“軌道の特徴量を用いたボールの空力係数の推定”日本機械学会論文集,vol80,No814,2014

3次元図/3D Figure

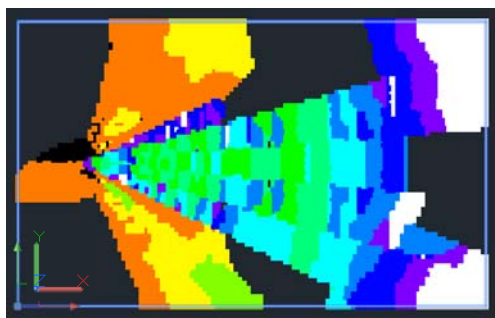


図4.1.2 3D-dominant region(normal speed)



図4.2.2 3D-dominant region(1/10speed)

3次元図/3D Figure

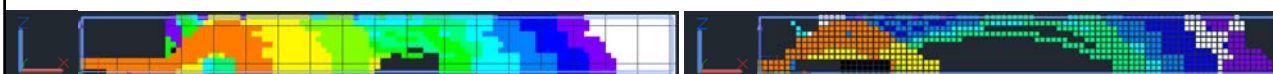


図4.1.3 3D-dominant region(normal speed)

図4.2.3 3D-dominant region(1/10speed)

3次元図/3D Figure

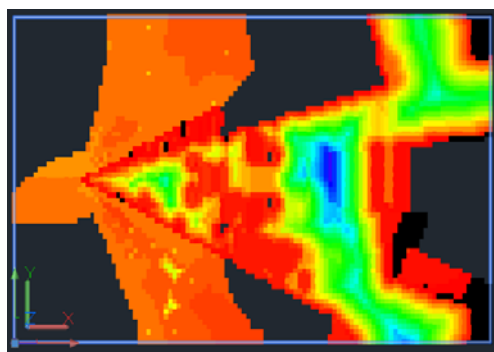


図5.1.2 pass possibility(normal speed)

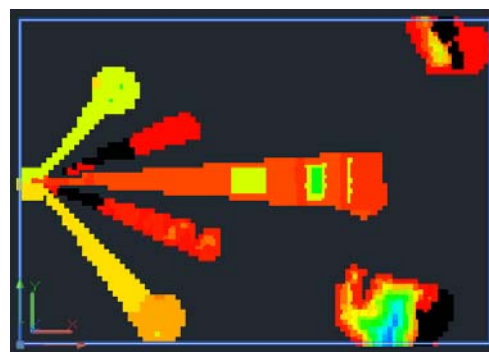


図5.2.2 pass possibility(low speed)

3次元図/3D Figure

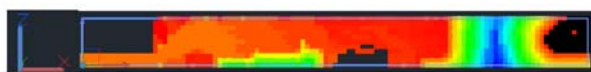


図5.1.3 pass possibility(normal speed)



図5.2.3 pass possibility(low speed)