

リズム可視化による時空間協調表現ツールの提案

Visualization of Motion Rhythm for Representating Coordination

今村健一郎*1 笥康明*2 河添健*3 仰木裕嗣*4
 Kenichiro Imamura Yasuaki Kakehi Takeshi Kawazoe Yuji Ohgi

*1*4慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科
 Graduate School of Media and Governance, Keio University

*2慶應義塾大学 環境情報学部
 Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

*3慶應義塾大学 総合政策学部
 Faculty of Policy Management, Keio University

Here is abstract (max. 150 words) in English. This file is a template file for the XXth annual conference of JSAI for L^AT_EX. This is also a sample of the formatted manuscripts. And this document describes a formatting guideline for (Japanese) manuscripts of the XXth annual conference of JSAI.

1. はじめに

サッカーの魅力とは何だろうか。軽やかかつスピーディーなボールさばきを行うドリブラー、絶妙なタイミングでディフェンスの裏をつくパスを送る中盤の司令塔、流れるようなパスワークを繰り広げるスターチームなど、個人プレーから組織プレーまで様々なスケールの多様なプレーに人は熱狂し魅了される。このようなプレーは個人や集団の「巧」という言葉に集約される。

プレイヤーは、身体の構成要素である身体部位間の相互作用を高度に協調させている。またチームは、その構成要素である選手間の相互作用を高度に協調させている。ここでの協調性とは、「多自由度を持った各要素の時間的変化の中に特定のパターンが創発し、その結果、特定の行為が導かれる過程のこと」という Bernstein[Bernstein 03] の定義に則る。以上を踏まえて、筆者は「系の構成要素である多要素間の相互作用を協調させること」が、「巧」の本質ではないかという仮説を立てている(図1)。

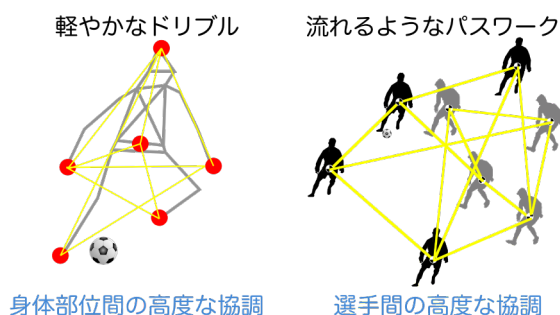


図1: 「巧」と「協調」の関係概念図

そして、それら多要素間を協調制御することの本質はリズムだと考えている。本発表では、速度方向の切り替りタイミングが運動のリズムだと運動のリズムだと考え、ボールゲームで見られる一対一攻防における「個人のリズム」やフットサルの

ゲームにおける「集団のリズム」の定量表現を行った。このようなリズム可視化ツールを構築することで、巧について考えることを目指したツールを提案する。

2. 計測実験

本稿では、多要素間の協調現象の例として、一対一駆け引きにおける攻者と守者の身体部位群間の関係性および、五対五のフットサルのゲームにおけるプレイヤー間の関係性を取り上げた。

2.1 一対一の計測

攻者の左右方向への移動運動に対して守者が追従するという左右方向追従実験を行った。移動範囲は前後左右で3[m] × 3[m]の領域とし、攻者の目標は、前後も自由に使いながら、守者を左右方向へと「外す」こととした。実験は、光学式のモーションキャプチャシステム (MotionAnalysis 社製 MAC3DSystem) を用いて一対一駆け引きの三次元計測実験を行った。計測のサンプリングレートは250[Hz]、計測時間は60秒とした。計測したマーカー座標値から、関節中心点15点を特徴点とし、三次元座標を算出した。特徴点15点は、体幹3点(頭頂点、胸郭中心点、骨盤中心点)、左右上肢各3点(肩峰点、肘関節中心点、手関節中心点)及び、左右下肢各3点(大転子点、膝関節中心点、足関節中心点)とした。図2に示されるような関節中心点と体幹リンクモデルを基に、阿江[Ae 92]による身体慣性係数10)を利用して攻者及び守者の身体重心を算出した。

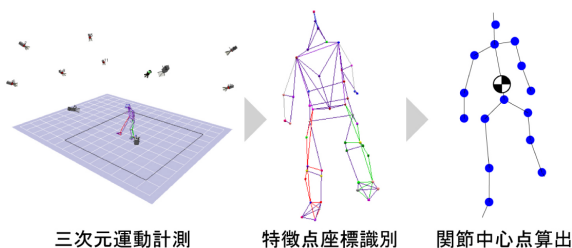


図2: 一対一計測からデータ処理の流れ

2.2 五対五の計測

PUMACUP2010 全日本フットサル選手権の準決勝(前後半20分ハーフ)を材料とした。映像データの取得にあたり、カ

連絡先: 今村健一郎, 慶應義塾大学大学院, 神奈川県藤沢市遠藤 5322, imkn0926@gmail.com

メラ位置は観客席中央最上部からコート全体が俯瞰できるように撮影した (図 3)。



図 3: フットサル五対五の計測映像

この映像を パーソナルコンピュータに取り込み、動作分析ソフト (ArizonaSoftware 製 GraphClick) を用いてすべての選手およびボールのコート上の位置をデジタイズし、2 次元 DLT 法 [池上 91] により実座標を 1/30 秒ごとに求めた。

3. 方法

3.1 運動リズム

多要素間の運動関係を表す変数として、本研究では方向関係とその切り替えタイミングに着目する。個人の運動で例えると、歩行時に左右の上肢と下肢の振り出しタイミングは逆位相 (左手が前の時は右足が前) であるという移動方向の規則性などが挙げられる。集団の運動においても、フットサルの試合中、ある選手が前に攻めた場合、他の選手が後ろに下がりチームの動態のバランスをとるということは、移動方向関係の上に成り立つ規則である。

そして運動状態とは、上記のような移動をしている状態 (静止状態も含む) と移動方向を替えている状態の二状態しか存在しない。個人の場合、歩行中に前に振った手は必ず後ろに振るという移動状態が存在し、そこには前後の移動方向切り替えという状態が存在する。集団の場合も、集団を構成する個人の動きは、前後左右上下のいずれかに移動している状態か動作方向を切り替える方向転換の状態かの二状態しか存在しない。

本研究では、以上の「定常状態」と「切り替え状態」をそれぞれ「定常状態」と「遷移状態」と定義することで、多要素間の定常状態と遷移状態の切り替りの時系列パターンに、そのシステムの「運動リズム」を考えていく。

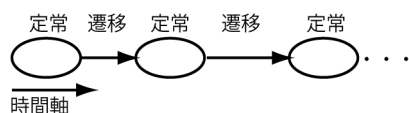


図 4: 運動リズムを構成する二状態

なお運動の定常状態と遷移状態を定量化するために、本研究ではシステムを構成する各要素 (一対一の場合は身体部位、五対五の場合は選手各人) の速度情報から移動方向を導き、移動方向の関係性は速度相関値 (-1~1) より定義した。直感的には、速度相関値が 1 付近の場合は「同方向」の移動、0 付近の場合は「方向角が 90 度付近で交わる」、-1 付近の場合は「逆方向」の移動を表す量である。

3.2 速度相関値の算出

3.2.1 一対一

一対一は攻者と守者各人の個人内リズムと攻者-守者間の個人間リズムにより成り立っている。個人内リズムをより良いパターンにすることが個人スキルの向上を意味し、個人間リズムをより良く制御することが駆け引きスキルを向上させることと解釈できる。本研究では、個人内リズムは身体重心と各身体部位間の速度相関値より算出し、個人間リズムは身体重心間の速度相関値より算出する (図 5)。

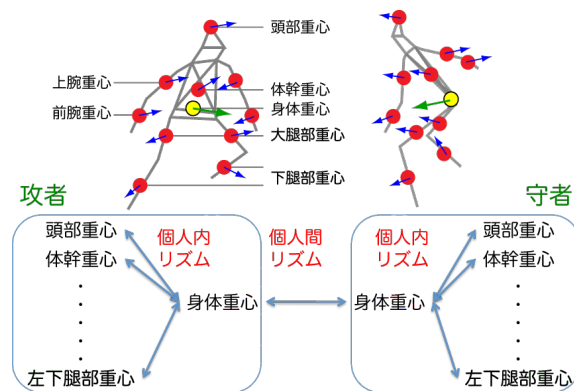


図 5: 一対一の運動リズム概念図

3.2.2 五対五

五対五の場合も一対一の場合と同様のスキームに則り選手間のリズムを定量化した。集団内リズムをより良くすることを、つまり仲間と連携することはチームスキルが向上することを意味し、集団間リズムを適切にすることは試合巧みなチームであるということだと解釈できる。本研究では、集団内リズムはチームの重心と各選手間の速度相関値より算出し、集団間リズムはチームの重心間の速度相関値より算出する (図 6)。

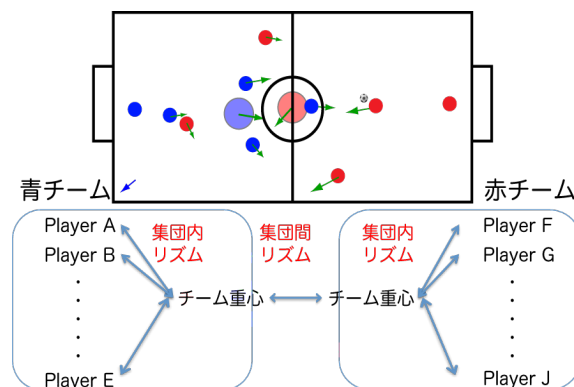


図 6: 五対五の運動リズム概念図

3.3 定常/遷移状態のパターン分類

ここでは、一対一の場合の攻者の動きを例にして、パターン分類方法について説明する。

重心は系全体としての平均的な移動方向を示しているため、移動運動の最中はほとんど全ての速度相関値が重心の速度方向と同方向を向き、速度相関値としては 1.0 付近の値をとる。ほぼ静止状態の際は -1.0~1.0 の範囲で大きくばらつき、その他、フェイントをかけている最中や、方向転換の最中に値が 0.0 ~ -1.0 程度の値を持つ箇所が現れてくる。

図7では、一対一においてバスケットボールプレーヤーである攻者が「上肢を揺さぶるフェイントを行ったのちにスピードアップして相手を抜こうと試みた」試技の速度相関値データを示している。このグラフを見ると、100フレーム近辺で左前腕を振るというフェイントを掛けたあと、160フレーム近辺でスピードアップして相手を抜こうと試みていることがわかる。その後400フレーム近辺で、全身の速度を落とし移動方向を切り替え始めたところで、速度相関値の値が大きく変化していることがわかる。この試技では、速度相関値からフェイント及び方向転換が検出できる可能性が示唆されている。

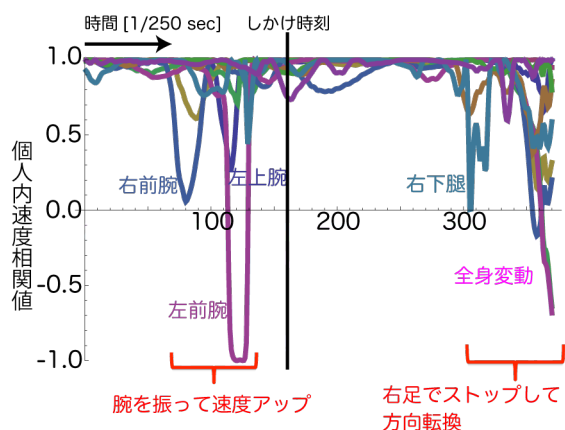


図7: 一対一の攻者の重心-身体部位間速度相関値

これらの状態から定常と遷移の状態を判別するために、本研究では、各フレームの速度相関値群をひとまとまりとしたn次元ベクトル (nは要素数に依存) を定義し、n次元空間における各フレームのベクトル間距離を比較することから、定常と遷移の二状態を定義した。その結果図7を二値化した結果が図8のようになる。

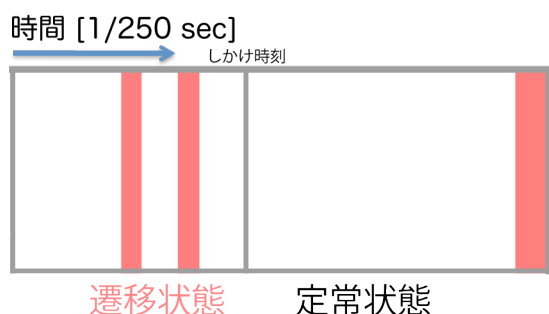


図8: 個人内リズムパターン (定常/遷移)

ちなみに、個人間の速度相関値や集団内/集団間の速度相関値は定常状態が1.0付近とは限らないため、遷移状態と定常状態を判別するには、微分値で判定する必要があるがその方法については、検討中であるため割愛させて頂き当日に詳細を発表させて頂く。

4. 現状と展望

現在、可視化ツールの実装にあたり、フットサルプレーヤー、コーチにインタビューを実施しているが、現フットサル日本代表監督のミゲル・ロドリゲスが興味深いこと指導者講習会にて話していた。話の内容は以下のようなものである。

サッカーやフットサルなどの対人型ボールゲームでは、ボールに関与する両チームの人数が二対一、三対二、四対三というような状況 (= 数的優位な状況) を作り出すことで得点できる可能性が高くなる。従って、多くの組織的戦術の目標は、いかに数的優位を生み出すことができるかということになる。このような数的優位な状況を生み出すためには、個人のテクニックにしる、チームとしてのテクニックにしる、テンポ良い適切なリズムで行動しなければならない。ドリブル、パス、フェイント、トラップなどのイベントは早く適切なリズムで行うことで、相手に効果的なダメージを与えることができる。

本研究で定義した遷移状態には、動きの大きいフェイント、パス、シュートなどのイベントや移動停止に伴うトラップなどを抽出できる可能性があるため、ある行為/戦術が適切なタイミングで行われたのか否かを評価できるだろう。そこに「リズム可視化」の有意義なあり方が見出せると考えられる。

今後の課題としたい。

参考文献

- [Ae 92] 阿江通良, 湯海鵬, 横井, 孝志: 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニズム, No.11, pp.23-33 (1992).
- [Bernstein 03] Bernstein, N.A: デクステリティ 巧さとその発達, 金子書房, (2003).
- [池上 91] 池上康男・桜井伸二・矢部京之助 (1991). DLT 法. Japanese Journal of Sports Science, 10: 191-195.