

概要・結果

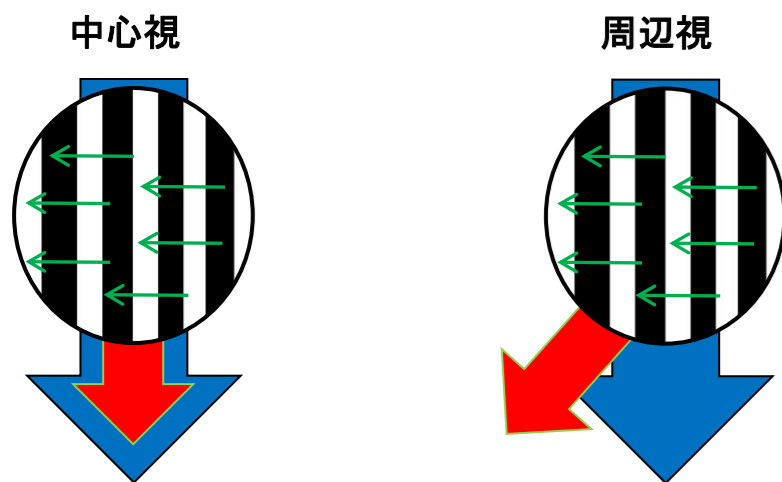
- これまで、ヒトの運動知覚を再現するため様々な視覚数理モデルが構築されてきた。しかし、それらのモデルは物体領域があらかじめ与えられているなど、強い前提や仮定の上で構築されたモデルであった。
- 速度知覚に必要な計算全てを実行するプログラムの作成。
 - ・図地分離計算
 - ・オプティカルフロー計算
- 視覚特性の導入
 - ・中心視:空間解像度が高い
 - ・周辺視:空間解像度が低い。
- シミュレーションによる運動錯視の定性的な再現・説明

目的

シミュレーション結果の考察から運動知覚に必要な要素を明確にする。

1. はじめに

1.1 ヒトの知覚する運動



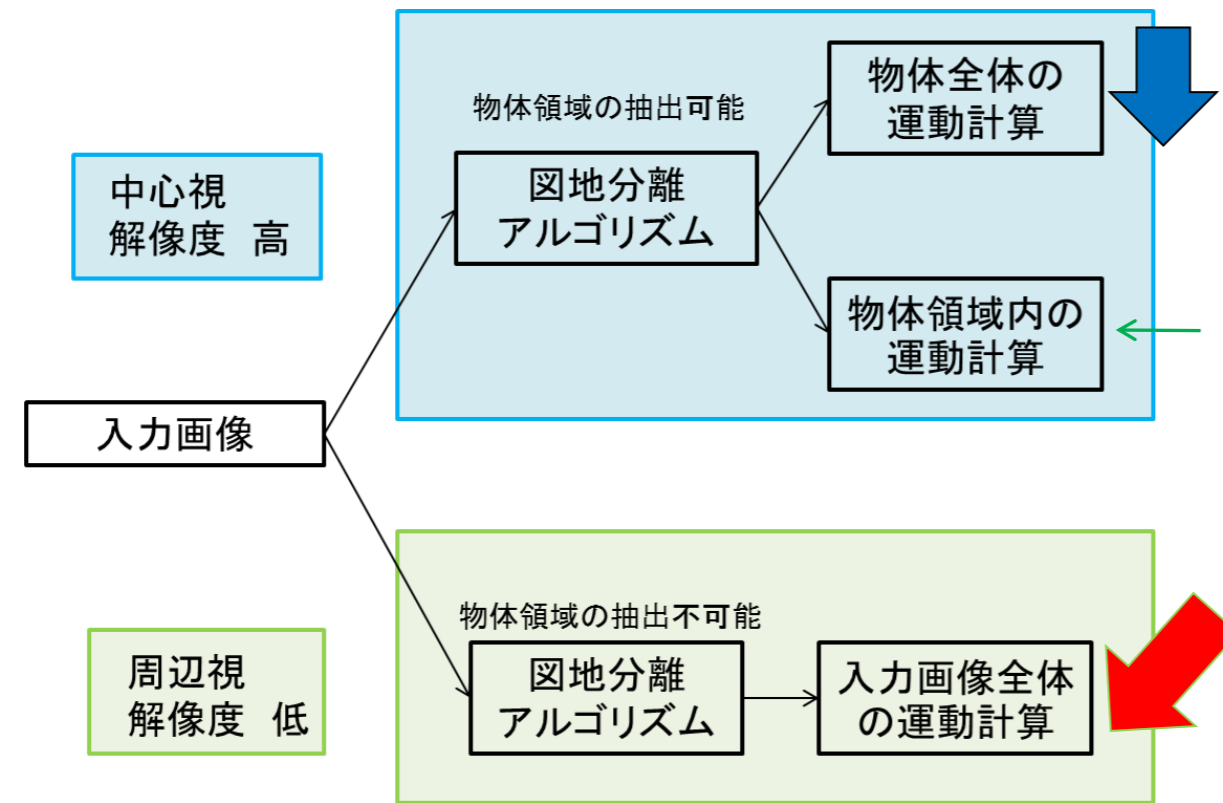
中心視: ヒトは**物体全体の**運動と**物体内部**の運動を**区別**して知覚している。

内部を含めた**物体領域抽出**が必要
→ **図地分離**

周辺視: **物体全体の**運動と**物体内部**の運動が**区別されず**
両方を足し合わせた運動方向を知覚する。

物体領域抽出が不可能になるための要素が必要
→ 周辺視における**解像度の低下**

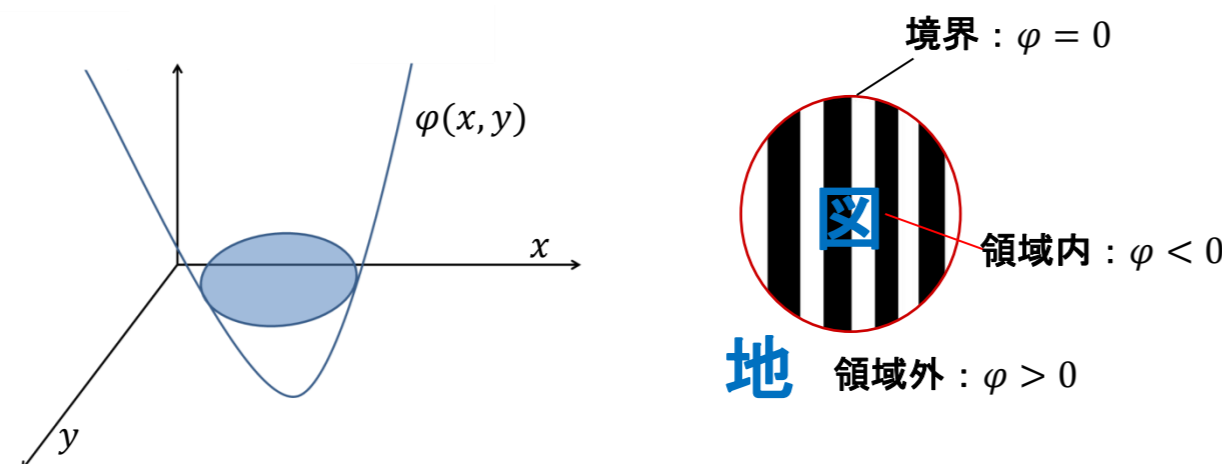
1.2 提案モデルの概要



2. モデルを構築するアルゴリズム

2.1 図地分離アルゴリズム

画像工学的に用いられている動的輪郭モデルの一つである **Snakes+Level Set method**[1]を用いた。物体の内外,境界を**完全自動**で計算する。



従来

- ・視覚系の研究で使用された事がない。
- ・境界の抽出に重点を置いて使用されてきた。

今回

- ・初めて視覚系の研究に取り入れた。
- ・物体内外の判別に初めて着目した。

2.2 物体の速度推定

オプティカルフロー計算: **画像中の各点の速度推定**

Lucas-Kanade method [2]

画像工学の分野で用いられてる、速度計算のアルゴリズム。

$$\begin{pmatrix} \hat{v}_x \\ \hat{v}_y \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} \epsilon^2 + \sum I_x^2 & \sum I_x I_y \\ \sum I_x I_y & \epsilon^2 + \sum I_y^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum I_t I_x \\ \sum I_t I_y \end{pmatrix}$$

I_x, I_y : 輝度の空間微分
 I_t : 輝度の時間微分
 ϵ : 微小定数量

2.3 中心視, 周辺視の違い

- ・解像度の違い
- 周辺視では中心視に比べ**解像度が低下**する。
→ 解像度の劣化により周辺視では**物体領域抽出が困難**になる可能性。

解像度をモデル上で表現する方法は以下の二つ。

1. **フィルタ処理**による画像の平滑化
2. **画像縮小**による相対的なLucas-Kanade methodのwindow size変化

2.4 フィルタによる解像度の表現

ガウシアンフィルタ

平滑化フィルタの1種であり、画像の輝度値を滑らかにしノイズを除去するために用いられる。本研究では、画像を**ぼかす**ために用いた。

$$f(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$$



上式のガウス分布関数に沿って重み付けし平均化する。

しかし

フィルタを用いて画像の解像度を直接変化させるだけでは物体領域の抽出が不可能にならない事が確認された。

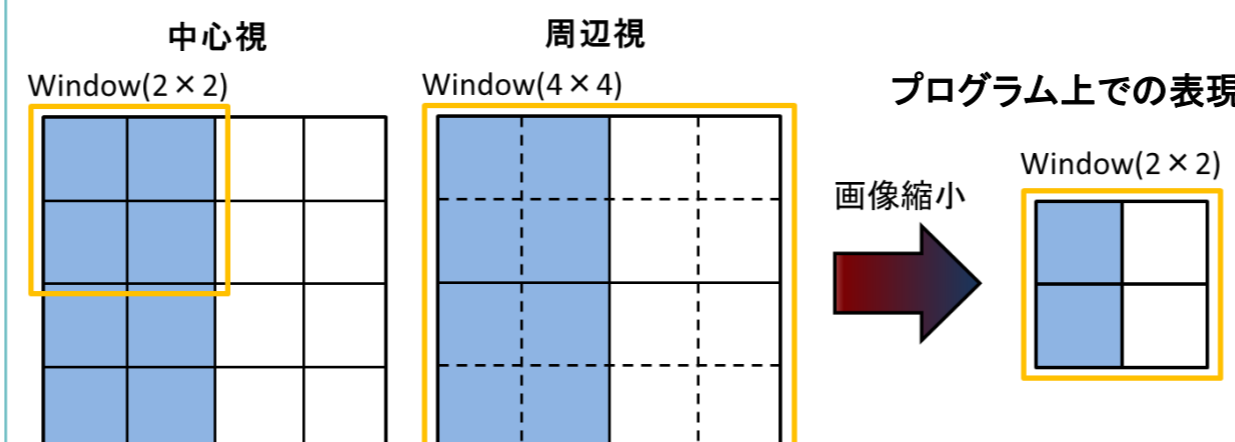
そのため解像度の表現として別のアプローチを合わせて用意した。

2.5 画像縮小による相対的なwindow size変化

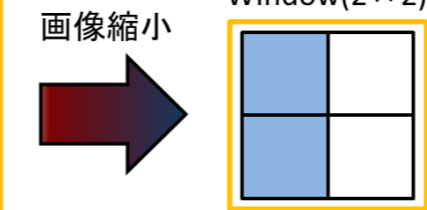
皮質拡大係数

ある大きさの刺激を処理する視覚皮質の細胞の数を、視野位置の関数として表したもの。周辺視になるにつれて、細胞数は減少する。それに伴い、それぞれの細胞の持つ受容野のサイズも大きくなる。

- ・画像を**縮小**する事で、物体を表現するピクセル数が減少する
→ **細胞数の減少**
- ・相対的にLK法の**window size**が大きくなる。
→ **受容野サイズの拡大**

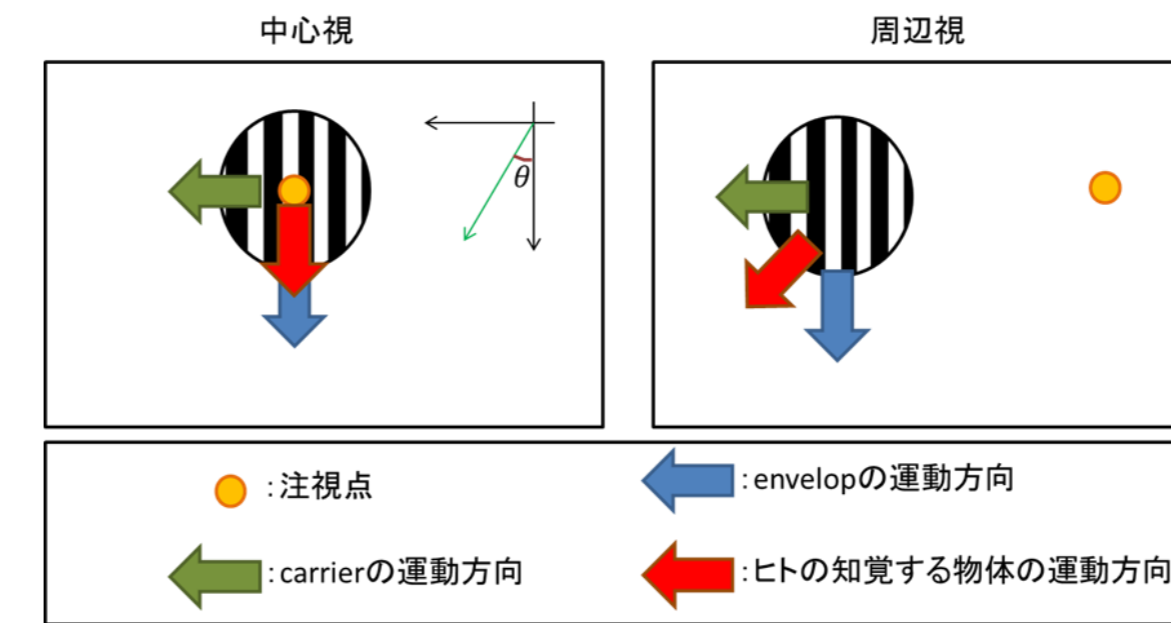


プログラム上での表現



3. シミュレーション実験

3.1 the break of the curve ball[3]



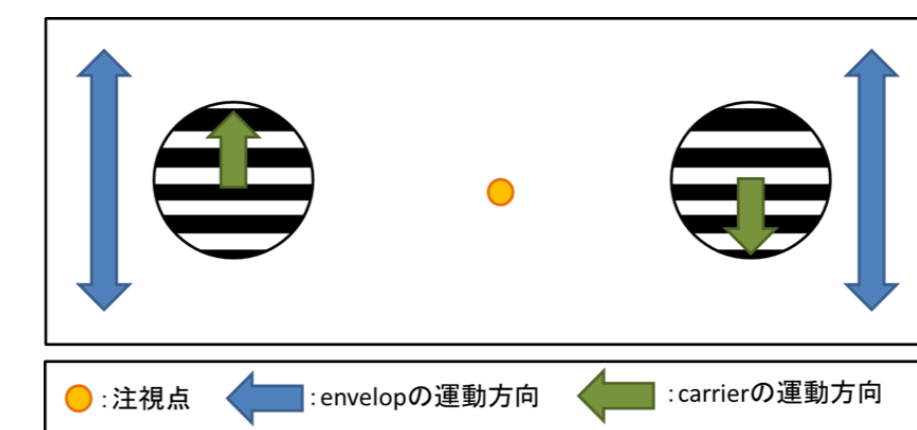
動画デモあります

3.2 シミュレーション結果

	画像収縮無し			画像収縮有り		
	輪郭	内部	合算	輪郭	内部	合算
$\sigma=1$	-4°	86°	×	-23°	26°	×
$\sigma=3$	-19°	85	×	-23°	-9°	×
$\sigma=5$	-12°	61	×	×	×	21°
$\sigma=7$	-3°	25°	×	×	×	25°

運動錯視を含むヒトの運動知覚を再現した。

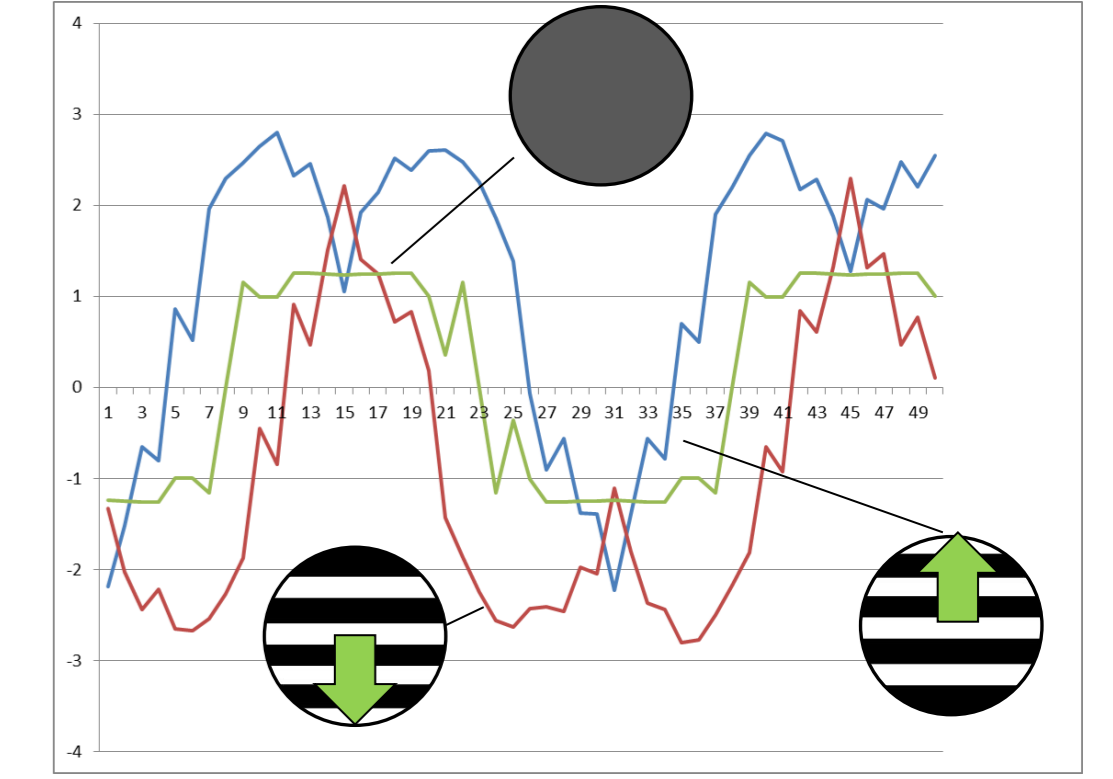
3.3 駈歩錯視



動画デモあります

※駈歩錯視は電気通信大学・中嶋豊特任助教による提供であり、その成果を本研究で用いています。

3.4 シミュレーション結果



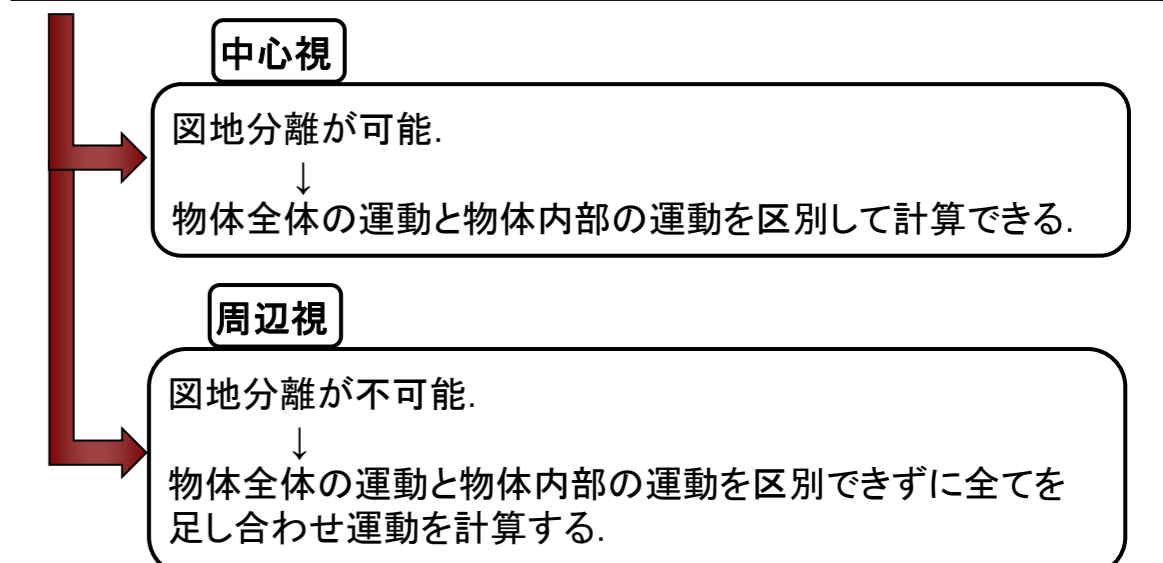
- ・左右のパターン(Carrierの運動が**上方向**、**下方向**)の運動速度がずれている。
- ・特に速度0となるフレーム(上端、下端)の位置が異なる。

左右のボールで上端と下端に達するタイミングが異なる。運動知覚における錯視を再現している

4. 考察

構築したプログラムからの考察

ヒトの視覚系の運動計算には**図地分離**が必要不可欠である。



5. 結論

- ・シミュレーション実験の重要性を再確認
- ・フィルタによる解像度表現のみでは**不十分**
- ・**図地分離計算**は運動知覚システムにとって**必要不可欠**

参考文献
 [1] “コンピュータビジョン最先端ガイド1,”アドコム・メディア株式会社, 2008.
 [2] B.D. Lucas and T. Kanade, “An iterative image registration technique with an application to stereo vision,” Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1981, pp.674-679.
 [3] A. Shapiro, Z. Lu, E. Knight, & R. Ennis, (2009): “The break of the curve ball.” (URL: <http://illusioncontest.neuralcorrelate.com/cat/top-10-finalists/2009/>)