

テクスチャ手掛りのランダム性が視差との奥行き統合に及ぼす影響

Effect of the Randomness of Texture Cue on the Integration with Stereo Cue

大西 史訓 (PY), 渡部 修

Fuminori Onishi(PY), Osamu Watanabe

室蘭工業大学工学部情報工学科

onishi@cortex.csse.muroran-it.ac.jp

Abstract— An optimal linear system for integrating visual cues to 3D surface geometry weights cues proportional to their reliabilities. In this study, we measured a change in texture weight experimentally when we reshaped texture patterns randomly to reduce reliability to texture cue.

Keywords— Texture, Stereo, Cue Integration.

1 はじめに

我々が三次元外界の奥行き情報を得るとき、それぞれの奥行き手掛りは別々のモジュールによって処理され、その処理された結果を統合することによって奥行きを知覚している。奥行き情報を統合する統計的に最適な方法は、信頼性に応じて各手掛りに重み (ウェイト) を付けて線形に加算する方法である。視差手掛りとテクスチャ手掛りもこの奥行き手掛りの一種であり、この二つの手掛りは統計的に最適な方法によって統合されていることが先行研究によって明らかにされている [1]。また、二つの情報の間に小さなコンフリクトがある場合にも、統計的に最適な方法 (最尤推定) で統合されることが示唆されている [1]。しかし、テクスチャ手掛り自体にランダム性 (ばらつき) が存在する場合の統合にも最適なウェイトが用いられているかどうかは明らかではない。

主なテクスチャ手掛りの要素として、テクスチャパターンのアスペクト比、大きさ、密度があり、通常これらの要素は面の勾配によって一定の変化をしている。テクスチャ手掛りのランダム性とは、これらの要素が一定の変化をしないことである。例えば前額平行のとき、全てのパターンのアスペクト比が 1 ならパターンの縦横比は一定なのでランダム性はなく、1 から 3 の範囲で変化すれば縦横比が最大 1 対 3 になりランダム性が生じる。さらに 1 から 6 の範囲で変化すれば縦横比が最大 1 対 6 になりランダム性はさらに大きくなる。

テクスチャ手掛り自体にランダム性が存在する場合でも、視差手掛りとテクスチャ手掛りの統合を常に統計的に最適な方法で行っているとすれば、テクスチャパターンのランダム性が大きくなるほどテクスチャウェイト (ω_T) は小さくなるはずである。

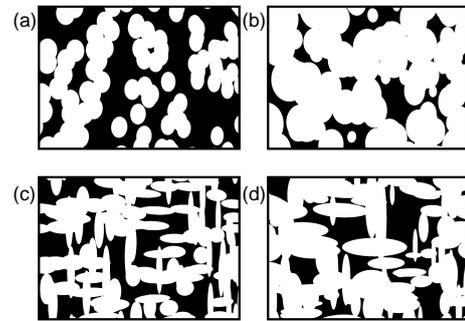


図 1: 刺激パターンの模式図。(a) 基本刺激, (b) 大きさのみ変化, (c) アスペクト比のみ変化, (d) 両方を変化。

本研究では、テクスチャ手掛り自体にランダム性を入れた場合の視差手掛りとテクスチャ手掛りの統合方法の変化について研究を行った。実験ではテクスチャ手掛りのアスペクト比と大きさにランダム性を入れ、実際に統合に用いられるテクスチャウェイト (ω_T) と、統計的に最適なウェイトを測定し比較検証した。

2 心理実験

実際の統合に用いられるテクスチャウェイトは、視差とテクスチャの間に 10deg のコンフリクトを付け、このとき知覚される表面勾配を測定することで導出した。なお視差では右奥 40deg, テクスチャでは右奥 30deg の勾配を持たせた。統計的に最適なテクスチャウェイトは、テクスチャ勾配 30deg のときの信頼性 (弁別閾) を測定することで導出した。これらの実験で導出した実際のウェイトと、統計的に最適なウェイトを比較した。

2.1 実験方法

視覚刺激として、複数の円をランダムに配置したパターンを呈示し、この表面に勾配を付けることでテクスチャ手掛りを付加した。また、視差手掛りは、ステレオシャッター眼鏡を用いて実現した。

テクスチャ手掛りのランダム性として、アスペクト比及び大きさ手掛りにランダム性のレベルを 4 段階設定し、レベルが大きくなるほどランダム性が大きくなるようにした。レベル 0 ならランダム性が全くなり、レベルが大きくなるほどランダム性が大きくなる。

測定したテクスチャウェイトは、ランダム性が全くない基本刺激 1 条件、アスペクト比と大きさの両方にラ

ランダム性を付けた刺激 3 条件の計 4 条件である。また、アスペクト比のみにランダム性を付けた刺激 3 条件と、大きさのみにランダム性を付けた刺激 3 条件も別に測定を行った。測定は上下法で行った。

図 1 に刺激パターンの模式図を示す。この模式図の勾配はすべて右奥 30deg である。実際はこれに視差手掛りが付加される。

2.2 実験結果

ω_T の値自体は被験者間の差が大きい。しかし、全体として ω_T はレベルの増加に応じて横ばい、または減少する傾向が見られた。また、レベル 1 や 2 で ω_T が大きくなる傾向がある。典型的な被験者の例を図 2 に示す。

図 2 はアスペクト比と大きさの両方にランダム性を加えた刺激での実験結果である。縦軸はテクスチャウェイト (ω_T)、横軸はテクスチャのランダム性のレベルを表す。実線は実際に統合に用いられた ω_T を表し、破線は統計的に最適な ω_T である。レベル 0 では実際の ω_T と最適な ω_T は、ほぼ同じ大きさとなっている。しかし、テクスチャ手掛りに少しのランダム性が存在するレベル 1 では実際の ω_T は大きく上昇するが、最適な ω_T はほぼ横ばいとなった。さらにランダム性のレベルが上昇するに従って実際の ω_T と最適な ω_T の値の差は小さくなる傾向があり、最もランダム性が大きいレベル 3 ではレベル 0 とほぼ同等のウェイトとなった。

この結果、テクスチャ手掛りにランダム性が存在する場合、ある程度のランダム性は実際のテクスチャウェイトを増加させると考えられる。しかし、ランダム性が大きくなりすぎると実際のテクスチャウェイトは減少し、最適なウェイトに収束することが予測される。

図 3 は本実験で測定した 3 人分のデータをまとめたもので、実際の ω_T と最適な ω_T の差をプロットしたものである。縦軸は実際の ω_T と最適な ω_T の差で 0 から離れるほど差が大きい。横軸はテクスチャ手掛りのランダム性のレベルである。また、エラーバーは 95% 信頼区間を表す。3 人の被験者のデータをまとめたときは、図 2 のデータから予測されたようなレベル 1 での優位差は存在しなかった。

また、図では示さないがアスペクト比や大きさのランダム性を別々に与えたときの実験も行った。アスペクト比のみランダム性を与えた刺激のテクスチャウェイトは、アスペクト比と大きさの両方にランダム性を与えた刺激のウェイトとほぼ同じであり、大きさのみランダム性を加えた刺激のウェイトはどのレベルでも変化が見られなかった。これは複数あるテクスチャ手掛りでもアスペクト比による影響が最も大きいことを示唆している。

3 考察

図 3 の結果、レベル 1 での実際の ω_T と最適な ω_T の差に優位差は存在しなかった。しかし、図 2 の被験者の

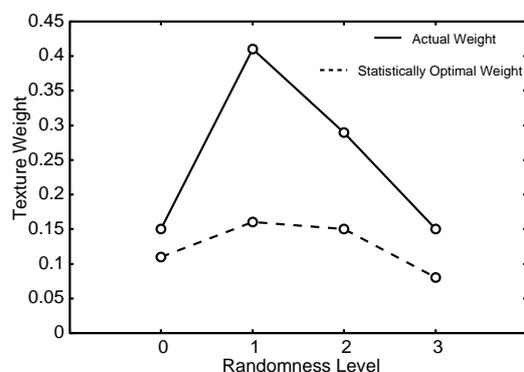


図 2: 実験結果 1. 横軸はテクスチャパターンのランダム性のレベル、縦軸はテクスチャウェイトを表す。

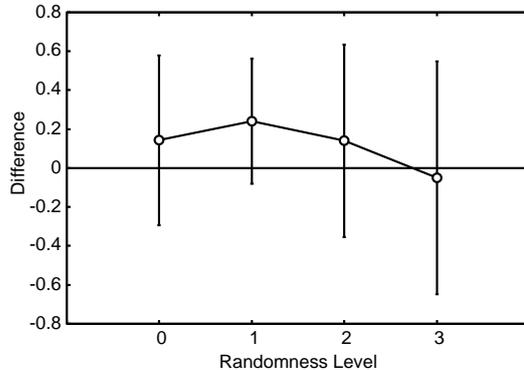


図 3: 実験結果 2. 横軸はテクスチャパターンのランダム性のレベル、縦軸は実際の ω_T と最適な ω_T の差を表す。

例で見られたようにある程度のランダム性によって ω_T が増加するのであれば、テクスチャ手掛りにランダム性がある場合の統合は、常に統計的に最適な方法で行われていないことが示唆される。

レベル 1 程度の少しのランダム性はかえって実際のテクスチャウェイトを増加させ、ランダム性が大きくなると実際のテクスチャウェイトは最適な大きさに収束する。少しのランダム性がテクスチャウェイトを増加させる要因は、アスペクト比や大きさの変化が大きくなることで、テクスチャ手掛りの情報が多くなったと判断しウェイトを上げたと考えられる。レベル 1 で実際のテクスチャウェイトが最も大きくなり、その後ランダム性が大きくなるに従って最適なウェイトに収束するのは、ランダム性が大きくなりすぎるとテクスチャ手掛り各々の変化量が異なりすぎるため、テクスチャ手掛りの情報の信頼性を下げたと考えられる。

しかし、今回の実験で得られたデータは、被験者によって ω_T の値に差があるので、今後さらに被験者数を増やして検証する必要がある。

本研究より、ある程度のランダム性がテクスチャ手掛りに存在する場合、必ずしも統計的に最適な方法でテクスチャウェイトが決定されない可能性が示唆された。

参考文献

- [1] D.C.Knill, J.A.Saunders (2003) "Do humans optimally integrate stereo and texture information for judgments of surface slant" *Vision Research*, 43, 2539–2558.