

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	運動物体知覚に与える重力情報の影響
Title(English)	
著者(和文)	三輪拓馬
Author(English)	Takuma Miwa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11341号, 授与年月日:2019年12月31日, 学位の種別:課程博士, 審査員:金子 寛彦,山口 雅浩,小池 康晴,吉村 奈津江,永井 岳大
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11341号, Conferred date:2019/12/31, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	三輪 拓馬		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	金子 寛彦	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor (sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「運動物体知覚に与える重力情報の影響」と題し、全7章より構成されている。

第1章「序論」では、当該分野における過去の研究を概観し、本研究の目的を説明した。まず、重力方向の知覚を得るために用いられる、前庭感覚、体性感覚、視覚の各感覚系の情報処理特性とそれらの統合に関する過去の知見を概観し、重力情報が運動物体の知覚に与える影響に関して説明した。そして、過去の研究より明らかな点および不明な点を明確にし、本研究の目的を述べた。具体的には、物体運動の等速度知覚における、前庭感覚、体性感覚、視覚からの重力情報による影響を明らかにし、それらの関係を説明するモデルを構築することを本研究の目的とした。

第2章「前額平行面上の等速度知覚における重力方向情報の影響」では、観察者の前額平行面上の物体運動における等速度知覚への重力方向情報の影響について実験的に検討した。視覚刺激が持つ重力方向 (視覚的極性) を視覚背景条件、実際の重力に対する身体方向 (座位、仰向け、横臥位) を姿勢条件とし、前額平行面上に身体方向を基準として上下左右に運動する物体を呈示し、それぞれの運動方向で等速度と知覚される運動が持つ物理的な加速度を測定した。その結果、各感覚からの重力方向情報が等速運動知覚における加速度バイアスに影響するが、身体方向と物理的加速度方向が同方向であるときには視覚情報が結果に与える影響は見られなかった。そしてこの結果は、今回検討している重力方向情報による運動知覚への影響は、重力方向知覚に関して過去に提案されている各感覚からの重力方向情報の単純なベクトル加算モデルでは説明できないことを示している。

第3章「奥行き方向の等速度知覚における重力方向情報の影響」では、奥行き方向の物体運動における等速度知覚への重力方向情報による影響について実験的に検討した。遠方から手前に運動する接近運動と手前から遠方に運動する後退運動について、座位、仰向け、うつ伏せの3つの姿勢で観察することにより、各感覚からの重力方向情報と物体運動方向の対応関係を変化させ、等速度と知覚される運動が持つ物理的な加速度を測定した。その結果、等速度と知覚される運動において、各感覚による重力方向と同方向の加速度バイアスがあることを示した。ただし、仰向けの接近運動では異なるバイアスが見られた。補足実験を含めた考察から、接近運動の加速度バイアスにおいては、対象が観察者に及ぼす危険度が影響する可能性が示唆された。

第4章「接近運動の等速度知覚における視覚情報の影響」では、第3章の奥行き方向の運動に関する実験を拡張し、接近運動において視覚による重力方向情報を加えた場合の等速度知覚への影響について実験的に検討した。観察者の姿勢を変化させるとともに前後方向に視覚的極性のある自然画像を背景として呈示して実験をおこなうことで、各感覚からの重力方向情報の関係性を変化させて実験を行った。その結果、姿勢の変化による等速運動知覚への影響は第3章と同様であったが、視覚的極性による一貫した傾向は示されなかった。そのため、重力方向と視線方向とが一致するような視覚シーンからは、視覚情報による重力方向情報は得られない、もしくはベクトル加算モデルにおける重みが非常に弱いと考察した。

第5章「接近運動の等速度知覚における過重力の影響」では、奥行き方向の物体運動の等速度知覚における、重力強度情報による影響について実験的に検討した。遠方から手前に運動する接近運動について、重力方向と物体運動方向を一致させた状態でフライトシミュレータを用いて異なる重力強度の条件を生成し、等速度と知覚される運動が持つ物理的な加速度を測定した。その結果、等速度知覚において、重力強度の変化による加速度バイアスへの影響は見られなかった。そしてこの結果について、過重力という環境の特殊性の観点から考察を行った。

第6章「総合考察」では、第2章から第5章までの実験から得られた結果をまとめ、それらの知見をふまえて、等速度知覚における前庭感覚、体性感覚、視覚からの重力方向情報の影響に関するモデルを提案した。そのモデルは、重力方向知覚に対してこれまでに提案されている各感覚情報のベクトル加算モデルに2つの条件式を加えて精緻化し、等速度知覚に適用したものである。また、本研究の結果を整理した上で問題点を指摘し、今後の課題を提起している。本研究で見られた知見は、人間の多感覚情報の統合過程を解明する上で新たな可能性を示し、感覚情報提示システム等の性能向上に寄与すると考えられる。

最後に、第7章「結論」では、本研究で得られた成果をまとめた。

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 物理情報システム 専攻
Department of
学生氏名： 三輪 拓馬
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 金子 寛彦
Academic Supervisor(main)
指導教員(副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The physical motion of an object is always affected by the gravity on the earth. To process the motion of objects, humans need to consider information about up-down direction as obtained through various cues such as the gravity direction in the environment, visual polarity, and body direction. This study investigates the effects of up-down direction, as obtained from these cues on motion perception, with a focus on acceleration perception.

I presented the participants with moving objects that in frontal parallel plane and depth and that had various acceleration speeds and measured the physical acceleration to be perceived as constant velocity. I examined the effect of the up-down direction from the visual polarity by changing the relationship between the up-down direction indicated by the gravity direction cue and the up-down direction indicated by visual polarity by manipulating the posture of the observer.

The results showed that the up-down direction received by the gravity affected motion perception in both the frontal parallel plane and the depth.

The effect of visual polarity was different between the motion in frontal parallel plane and motion in depth.

In frontal parallel plane, the up-down direction indicated by the visual polarity affected motion perception when the observer's body direction and the physical gravity direction were different. On the other hand, up-down direction indicated by the visual polarity did not affect motion perception when the body direction coincides with physical gravity direction.

In depth, the effect of visual polarity on the motion perception was not systematic among conditions and was inconsistent across observers.

Overall, the results suggest that the up-down direction indicated by the gravity, visual polarity, and body direction are conditionally integrated and affects the perceived acceleration of visual motion. The conditions are that the visual polarity weight is close to zero when the gravity direction and the body direction are parallel and that the visual polarity has no depth information.