1Y-05

拡張現実利用時の奥行き知覚支援手法の提案

泉水　航†　岡　誠‡　森　博彦‡
東京都市大学大学院工学研究科システム情報工学†
東京都市大学知識工学部経営システム工学科‡

1.背景

拡張現実(以下 AR)とは，現実空間に仮想物体を重畳表示してユーザに情報を提供する技術であり，新たな情報提示方法として幅広い応用が期待されている.

今後，AR を利用するデバイスとして透過型ヘッドマウントディスプレイ(以下 HMD)が利用されていくが，既存技術では重畳情報と現実情報を見比べた際に,焦点距離が異なることにより生じてしまう距離感覚の差から奥行き認識が曖昧になり，表示された情報を認識する際に情報の奥行き位置を誤認してしまうことがある.

重畳情報と実情報との奥行き認識を取り扱った先行研究として内藤[1]や熊野[2]，泉水[3]の研究がある. 内藤は人間の目を錯覚させる要因である線遠近法を付与した画像を表示し透過型 HMD 装着者の認識を錯覚させて奥行き位置が変化しているように認識させることを目的としている. 熊野の研究では重畳情報に人間が奥行き情報を知覚する際の手がかりである両眼視差を付与し，実物体と同じ奥行き位置に認識させることを目的とした. また奥行き認識を支援する方法として泉水は重畳情報をユーザが行うジェスチャによって重畳情報が移動するインタラクションを提案した.

[1],[2],[3]の研究結果では，奥行き手がかりを付与することが焦点距離感覚の差を解消出来る可能性が示されたが，重畳情報の想定距離が離れるほど情報を手前に感じてしまう問題点が残されていると述べられている.

2.研究目的

重畳情報の奥行き位置が正確に認識出来る距離の延長を研究目的とする.本研究では,先行研究で用いられた有力な奥行き手がかりである両眼視差に,遠距離の認識に効果のある大気遠近法と,視野内の映像変化を再現した運動視差を付与した際の認識距離を調査する.

Proposal of depth perception support method for augmented reality

†Sensui Wataru, System Information Engineering, Tokyo City University
‡Makoto Oka, Hirohiko Mori, Department of Industrial and Management System Engineering, Tokyo City University

3.関連研究

Michaelら[4]は平面ディスプレイ上に表示した情報にぼかしを加えて焦点距離感覚を変化させることが出来るか検証を行った.結果として注視点以外をぼかすことによって提示情報がより奥に存在していると認識させることが出来ると示したが,確実な情報伝達に用いることには注意が必要であると結論付けた.

4.両眼視差

両眼視差とは,左右の目に写る像の違いにより奥行きを認識する手がかりとなっており,ほかの奥行き手がかりと比べて高感度かつ広範囲の奥行きを認識することが出来る. 先行研究[2]では感覚距離として最大 6m までしか測定していないが，本来両眼視差は 10m 以上の遠距離でも働く奥行き手がかりであるため，先行研究よりも遠距離である15mまでの認識を測定する実験を行った.

4.1.両眼視差の検証実験

実験環境は熊野[2]と同様，被験者の視野内に対象物を置き,対象物と HMD に対象物と同じ奥行きに見える視差量を加えた重畳情報を見比べてもらい,対象物と同じ奥行きだと認識したところを感覚距離として測定する.

図 1 より重畳情報に両眼視差を付与し,実物体と見比べた際,10m以降の遠距離においては手前に感じてしまう傾向が強まっていくことが近似曲線からも見受けられる. これは実物体同士ではどちらも地面に接地しているが,重畳情報との比較実験では重畳情報は宙に浮いて表示されているため距離感覚の認識が不正確になってしまうからだと思われる.また重畳情報と現実物体を見比べた際,リアリティの差から奥行き認識の差がより明確に現れてしまったのではないかと考えられる.

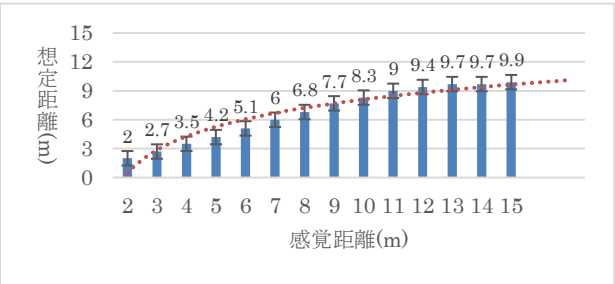

図 1 両眼視差の検証実験

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

4.2.両眼視差の限界

奥行き認識について高感度かつ広範囲に働く奥行き手がかりである両眼視差でも重畳表示された情報と実物体との間で生まれる焦点距離感覚の問題を解決できるとは言えない結果となった.そのため,両眼視差のみでは正確な認識が難しくなる 10m 以降の奥行き認識に対して,遠距離の距離認識に効果がある奥行き手がかりを重畳情報に付与し,手がかりの効果を検証する必要がある.

5.大気遠近法

大気遠近法とは遠距離に在るものほどぼやけて見え,輪郭が曖昧に見える現象であり, 見え方の変化によって遠距離の奥行き位置を認識している. 関連研究[4]との違いは,透過型 HMD を用いて実験を行うことである.

5.1.大気遠近法の予備実験

透過型HMDに同じ奥行き位置に投影した2つの立方体を表示する.この時ぼかし量が異なる立方体を見比べてもらい,どちらが奥に見えるかを答えてもらう実験を行った.この実験では大気遠近法を加えることが重畳情報の焦点距離を変化させることが出来るかを検証する.また,ぼかし量の差が観察者に与える効果を調べるため,ぼかし量は0から最大 4 までの 5 段階で実験を行った.

結果は,ぼかし量の相対差が大きい方が奥行きの差があると認識させることが出来たが,ぼかし量が増加し情報に付与されるぼかし量の相対差が少なくなると,実際は異なるぼかし量であるのに同じ奥行きであると解答したり,ぼかし量が少ない方を奥であると回答する被験者がいた.この結果から,重畳情報に付与するぼかし量が距離に応じて変化し,変化量が適切であれば,情報の認識位置を変化させることが出来る可能性を示した.

5.2.大気遠近法検証実験

予備実験の結果から, 認識させたい奥行き位置に重畳情報を認識させるためにぼかし量を変化させることが情報を手前に感じてしまう問題を解決する可能性が示されたので,大気遠近法と両眼視差を組み合わせ重畳情報の焦点距離が手前になってしまう問題を解決することが出来るか検証実験を行う.今回ぼかし量は想定距離を変数とし,乱数に掛け合わせて情報の投影座標を移動し,彩度を落とした状態で情報を描画することを複数繰り返して HMD に同時に出力することで大気遠近法を再現した.

本実験において乱数を用いた理由は,透過型 HMD で ARを利用した際,視界に光源や気象状況など様々な外的要因が存在しており,外的要因があるため認識の差が生まれてしまうことが考えられる.よって今回は重畳情報の見え方に不規則性を持たせるため,乱数を用いた方法で実験を行い,その結果を図2に示す.図2より大気遠近法を用いることで両眼視差のみよりも大気遠近法を加えることが認識を奥行き方向へ変化させることが出来るが,想定距離が13mと14mの時,関連研究[4]でも述べられているぼかしによる情報認識の曖昧さが表れてしまい,認識距離が逆転してしまったと思われる.

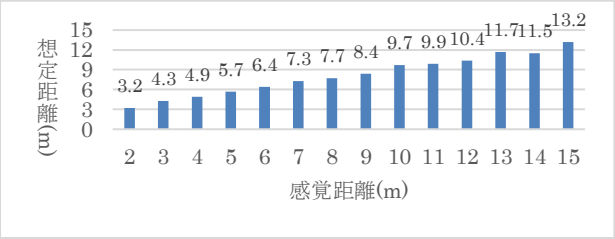

図 2 大気遠近法の検証実験

6.運動視差

これまでの提案はどれも観察者が移動しない静的な観察時に関する奥行き認識を調査しているが,実際に透過型 HMD を用いて AR を使用する際には HMD 装着者が移動しながら利用することがある.よって移動に伴う奥行き認識を検証するため運動視差の効果を調査する.運動視差とは観察者の視点が移動することによって,網膜像の変化から生じる視差のことであり,変化の度合いから距離を認識する手がかりである.本研究では,投影された重畳情報の想定位置と被験者の左右方向の移動量を元に重畳情報を変化させて運動視差を再現する.

6.1.運動視差効果の検証実験

重畳表示情報に,観察者の移動に基づいた映像変化を再現することがより奥行き認識を強めることが出来るかを検証する.また,最適な映像変化を再現することが強力な奥行き手がかりとなることは示されているが,その知見が重畳表示時においても働くのかも併せて調査する.

7.奥行き手がかりの検証実験

大気遠近法の検証実験に関して,今回用いた乱数セット以外に,自然乱数や一様乱数を使用して同様の認識になるかを調査する.また,運動視差の検証実験を行い,透過型 HMD 利用時の重畳表示においてもこれらの奥行き手がかりが働くかを調査する.また、今回挙げた奥行き手がかりを組み合わせた際の認識を調査する.

参考文献

[1] 内藤 誠也:HMD 利用時における物体の奥行き知覚に関する研究, 東京都市大学 卒業研究 2013 年

[2] 熊野 誠:拡張現実における両眼視差での奥行き知覚, 東京都市大学 卒業研究 2014 年

[3] 泉水 航:拡張現実における奥行き知覚を支援するインタラクションの提案,東京都市大学 卒業研究 2015 年

[4] Michael Mauderer , Simone Conte , Miguel A. Nacenta,Dhanraj Vishwanath.: “Depth Perception with Gaze-contingent Depth of Field” Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, P217-226 (2014)

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.