

遮蔽検出時に障害物を動的に半透明のシルエットとする 3DCG ゲームのための表現手法の提案

Proposal of Rendering Techniques to Make Dynamically Semi-Transparent Silhouettes from Obstacles During Occlusion Detection for 3DCG Video Games

石橋 侑宜[†] 井ノ上 寛人[†] 鉄谷 信二[†]
Yuki Ishibashi Hiroto Inoue Nobuji Tetsutani

1. はじめに

三人称視点のビデオゲームでは、ユーザが操作するアバタとカメラの間に障害物が入り込むと、オクルージョンが生じて操作性や視認性が損なわれることがある。この問題の解決策として、障害物の奥に隠れたアバタをシルエット化して、アバタを障害物越しに透視する手法が提案されている [1]。この手法は現在様々なゲームコンテンツに実装されているが、カメラが高速移動する衝突シーンなどでは、アバタをシルエット化した際に明滅感や酔いそうな印象を高めてしまうため、そのような条件下では障害物を半透明化する手法や障害物を半透明のシルエットにする手法を適用した方が総合的によいと観賞者に評価される [2-4]。しかし、前述したいずれの手法も、オクルージョンが生じた瞬間に適用すると対象の階調値が大きく変動し、明滅が生じるため、透明化やシルエット化の処理は動的に適用することが望ましいと考えられる。

本研究では、オクルージョンが生じた際に障害物を半透明のシルエットとしてフェードアウトおよびフェードインする手法を新たに提案すると共に、提案手法による階調値の変動特性をシミュレーション実験に基づいて明らかにする。本稿では、まず従来手法の概要を整理すると共に、障害物を動的にシルエット化するアルゴリズムについて述べる。次に、シミュレーション実験の実施手順とその結果について述べる。最後に本研究のまとめと今後の展望について述べる。

2. 提案手法

3次元コンピュータグラフィックス (3DCG) の技術の発展に伴って普及した三人称視点のアクションゲームでは、アバタが障害物の奥に隠れるオクルージョンが図 1a のように生じることが多い。このオクルージョンが頻発すると、はじめに述べたようにゲームの操作性や視認性が損なわれてしまう。最も単純な解決策としては、図 1b に示したように、アルファ値を制御して障害物を半透明化する手段が考えられる。しかし、この表現では、障害物の稜線やテクスチャによってアバタが見えづらい場合がある。

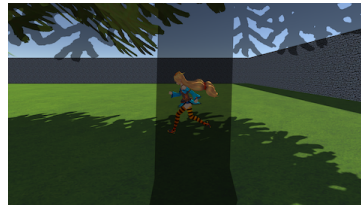
そこで著者らは、オクルージョンが生じた際に、障害物を図 1c のように半透明のシルエットにする手法を先行研究 [3, 4] で提案している。この手法は、画面上に投影される障害物の領域をステンシルテストの際などに特定し、その領域を影絵に置き換えるレンダリングパイプラインを構築すれば実現できる。従来手法 [1] については、障害物ではなくアバタの方をシルエット化すれば同様に実装でき



[a] 一般的なオクルージョン

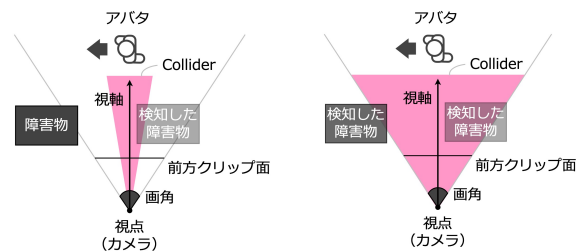


[b] 障害物の半透明化



[c] 障害物のシルエット化

図 1. 障害物の描画方法の違い



[a] Collider の底面をアバタの肩幅程度に広げた場合

[b] Collider の底面をカメラの画角まで広げた場合

図 2. オクルージョンの検知方法

る。なお、ステンシルバッファを用いればオクルージョンが生じる領域を画素単位で特定できるが、オクルージョンを単に検知するだけであれば、カメラとアバタを結ぶ視軸と障害物の接触判定を考えた方が処理的には簡単で、更に図 2a のように視軸を中心とした四角錐型の Collider を考えれば、オクルージョンが生じる直前に障害物を検知し、半透明のシルエットにする処理を適用できる。

本研究では、障害物を半透明のシルエットにする処理を動的に適用するため、オクルージョンを検知する Collider

[†] 東京電機大学大学院 未来科学研究科 Graduate School of Science and Technology for Future Life, Tokyo Denki University

の大きさを、先行研究 [3, 4] よりも更に広げたシステムを新たに提案する。図 2b に示したように、Collider の大きさを最大でカメラの画角まで広げると、オクルージョンを生じさせる可能性が高い障害物が画面の端に描画された段階でその存在を検知できるため、アバタやカメラが動いて実際にオクルージョンが生じるまでの間に時間的な猶予ができる。本稿では、この間にフェードアウト処理を適用しながら障害物を半透明のシルエットにすることで、階調値の変動を滑らかにできるか検証する。

3. シミュレーション実験

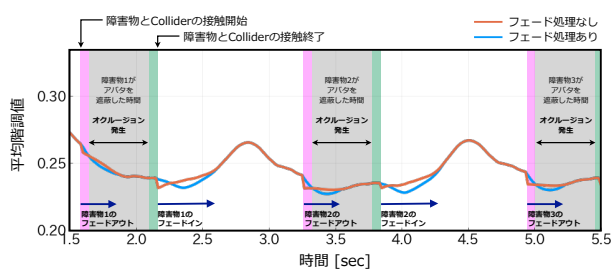
図 1c に示したようなアバタの走行シーンを 1920 x 1080 px のスクリーンサイズで出力し、提案手法によるフェード処理を適用した場合と適用しなかった場合の平均階調値の差を比較するシミュレーション実験を行った。本実験では Collider の底面の大きさをスクリーン幅に対して 1/8, 1/4, 1/2, 1/1 の 4 段階で設定した。1/8 の条件では Collider の底面がアバタの全身を包む程度の大きさとなり、1/1 の条件ではカメラの画角、すなわちスクリーンサイズと一致する。フェード処理を適用する場合は、障害物を検知した後にそれをフェードアウトする時間を 0.3 sec、障害物が Collider から抜け出て元に戻るフェードイン時間を 0.5 sec とした。これらのシステムは Unity 2019.3.15f1 を用いて実装した。

図 3 にシミュレーション実験の結果を示す。図 3 において、赤線はフェード処理を適用しなかった場合の階調値の変動を、青線はフェード処理を適用した場合の階調値の変動を示す。図 3 の赤線に着目すると、フェード処理を適用しなかった場合、障害物を検知してそれをシルエット化する処理を開始もしくは終了した瞬間に階調値が急変することが示された。一方で、フェード処理を適用した場合は、階調値の急変が青線の通りに緩和される傾向が示された。また、Collider の大きさをスクリーン幅の 1/8, 1/4, 1/2 とした場合は、階調値の変動にアンダーシュートが生じているが、Collider をカメラの画角まで広げた 1/1 の条件では、オーバーシュートが生じずに階調値が時間をかけて滑らかに変化する傾向が示された。したがって、提案手法は障害物を半透明のシルエットにする処理を適用する際に、階調値の変動を滑らかにして、先行研究 [3, 4] よりも明滅感を軽減できる可能性があるといえる。

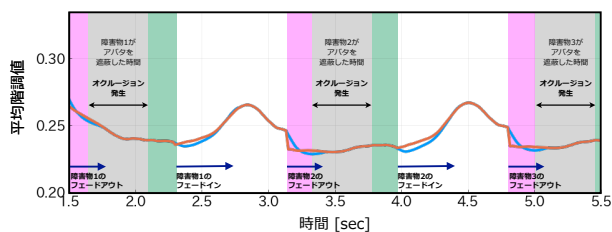
4. まとめ

本研究では、三人称視点のビデオゲームにおいてユーザが操作するアバタとカメラの間を横切る障害物を検出すると共に、検出した障害物を動的に透明化する手法について検討した。具体的には、アバタとカメラの間に障害物を検出する接触判定領域 (Collider) を設けて、オクルージョンが生じた際に障害物を半透明のシルエットとしてフェードアウトおよびフェードインする手法を提案した。階調値の変動特性をシミュレーション実験に基づいて評価した結果、Collider をカメラの画角と同程度まで広げると、オクルージョンが生じることを早めに検知できる上、階調値の変化がフェード処理によって滑らかになる傾向が示された。したがって、提案手法はアバタの描画を遮る障害物を透明化する際に、従来手法よりも画面のちらつきを軽減できると考えられる。

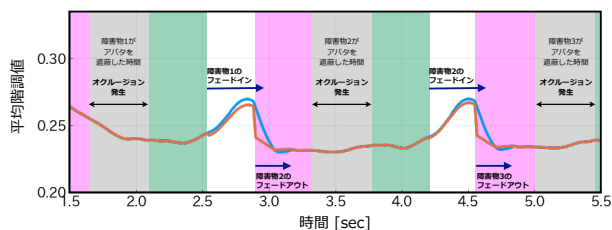
今後の展望として、ちらつきの度合いを主観評価する実験を行うことが挙げられる。



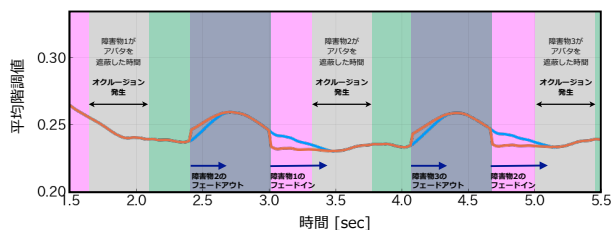
[a] Collider の幅をスクリーン幅の 1/8 (240 px) とした場合



[b] Collider の幅をスクリーン幅の 1/4 (480 px) とした場合



[c] Collider の幅をスクリーン幅の 1/2 (960 px) とした場合



[d] Collider の幅をスクリーン幅の 1/1 (1920 px) とした場合

図 3. 平均階調値の時系列的な変化

謝辞

本研究は JSPS 科研費 20K12034 の助成を受けた。また、本研究は東京電機大学の卒業生である西尾祥希氏からの協力を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 林田宏一, 小泉敏晃: ゲーム装置およびゲームプログラム, 日本国特許第 3637031 号 (2003).
- [2] 井ノ上寛人, 他, 三人称視点 3DCG ゲームの感性的な印象を高めるカメラの制御方法と障害物の表示方法に関する検討, 日本感性工学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.155-161 (2020).
- [3] Y. Ishibashi, et al., "Proposal of Rendering Technique Making Semi-transparent Silhouettes of 3DCG Obstacles to Improve Visibility in Video Games," The 6th IEEE International Conference on Image Electronics and Visual Computing, 2P-16, (2019).
- [4] 西尾祥希, 石橋侑直, 井ノ上寛人, 鉄谷信二, 三人称視点 3DCG アクションゲームの視認性を向上する陰面透視法の感性評価, 第 15 回日本感性工学会春季大会予稿集, 1P-24 (2020).