

2022年度 卒業論文

ゲーム内における蜘蛛の巣生成箇所設定の  
自動化に関する研究

指導教員：渡辺 大地 教授

メディア学部 ゲームサイエンスプロジェクト

学籍番号 M0119291

森川 通泰

2023年2月

2022年度 卒業論文概要

論文題目

ゲーム内における蜘蛛の巣生成箇所設定の  
自動化に関する研究

メディア学部

学籍番号：M0119291

氏  
名

森川 通泰

指導  
教員

渡辺 大地 教授

キーワード

ゲーム, RPG, 蜘蛛, 蜘蛛の巣, 自動生成

現在、ゲームコンテンツ市場は拡大を続けており、ゲームは世界的に人気を博している。これにより、ゲームに関する研究の需要も年々高まっている。このような中で、私はゲーム内における蜘蛛の巣の表現に着目した。複雑な蜘蛛の巣の表現を自動で生成することができれば、ゲーム開発の労力を削減できると考える。蜘蛛の巣形状の自動生成に関する研究は既に存在している。しかし、マップ内のどこに蜘蛛の巣を生成するのかということは考慮していない。そこで本研究では、ゲームマップ内に蜘蛛の巣を生成する場所を、自動で検出する手法について提案する。

今回は自身でゲームマップを作成し、提案手法の実装やアンケート調査を実施した。本研究の提案手法については、まず蜘蛛が巣を作る際の足場となる基点を、ゲームマップ内のオブジェクトに複数配置する。これらの基点の中から、特定の条件に合致する基点群に対し、蜘蛛の巣の生成を行った。結果として、空間の隅といった場所への蜘蛛の巣の生成が確認できた。

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	研究背景と目的	1
1.2	論文構成	3
<b>第 2 章</b>	<b>蜘蛛の生態と蜘蛛の巣</b>	<b>4</b>
2.1	蜘蛛の生態	4
2.2	蜘蛛の巣	5
2.2.1	足場の存在	6
2.2.2	周囲の虫の量	6
2.2.3	巣の壊れづらさ	6
<b>第 3 章</b>	<b>映像作品における蜘蛛の巣の表現</b>	<b>8</b>
3.1	ゲーム内における蜘蛛の巣の表現	8
3.1.1	Minecraft	8
3.1.2	Skyrim - TheElderScrolls	10
3.1.3	MonsterHunter:World	11
3.2	アニメ作品における蜘蛛の巣の表現	13
3.3	現実と映像作品における蜘蛛の巣の比較	13
<b>第 4 章</b>	<b>提案手法</b>	<b>14</b>
4.1	シミュレーションについて	14
4.2	提案手法概要	18
4.2.1	基点の生成	18
4.2.2	蜘蛛の巣の生成	19
<b>第 5 章</b>	<b>実装結果と比較検証・評価</b>	<b>21</b>
5.1	実装結果	21
5.2	比較検証	26
5.2.1	現実の蜘蛛の生態を考慮したマップ	26
5.2.2	評価	28

第 6 章	まとめと今後の展望	30
	謝辞	31
	参考文献	32

# 目次

2.1	円網イメージ	5
3.1	Minecraft-廃坑における蜘蛛の巣	9
3.2	Minecraft-廃坑における蜘蛛の巣 (スポナー周辺)	9
3.3	Skyrim-地下道における蜘蛛の巣	10
3.4	Skyrim-蜘蛛の縄張り周辺における蜘蛛の巣	11
3.5	MonsterHunter:World-森林の蜘蛛の巣	11
3.6	MonsterHunter:World-森林の洞窟における蜘蛛の巣	12
3.7	MonsterHunter:World-砂漠の蜘蛛の巣	12
4.1	ゲームマップ設計図	14
4.2	ゲームマップ画面 部屋1	15
4.3	ゲームマップ画面 部屋2	16
4.4	ゲームマップ画面 部屋3	16
4.5	ゲームマップ画面 庭	17
4.6	ゲームマップ画面 蜘蛛の巣	17
4.7	基点生成手法	19
4.8	蜘蛛の巣生成手法	20
5.1	基点単体の生成画面	21
5.2	ゲームマップ部屋1における基点生成画面	22
5.3	ゲームマップ部屋3における基点生成画面	23
5.4	提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面1	24
5.5	提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面2	24
5.6	提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面3	25
5.7	提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面4	25
5.8	現実の蜘蛛の生態を考慮したマップの出力結果1	27
5.9	蜘蛛の巣の生成場所	27
5.10	現実の蜘蛛の生態を考慮したマップの出力結果2	28

# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 研究背景と目的

現在、ゲームコンテンツは世界中で人気を博している。株式会社角川アスキー総合研究所が発売した、国内ゲーム業界の最新動向を分析してまとめている『ファミ通ゲーム白書 2022[1]』によると、2020 年の世界全体のゲーム市場規模は、新型コロナウイルスによる影響により前年度比で 31.6 %増加し、20 兆 6417 億円となっている。2021 年には前年度の反動により市場が減少するのではないかとの懸念があったが、21 兆 8927 億円と拡大を続けている。日本でも 2020 年、2021 年共に市場規模は 2 兆円を超えて維持しており、高い人気を誇っていることが伺える。また、湯浅 [2] によると、ゲームを提供する媒体であるプラットフォームでは、オンラインプラットフォームが圧倒的シェアを占めている。上述の調査結果から、ゲームに関する研究の需要がより高まっていると言える。

長瀬 [3] の研究によると、ゲームには様々なジャンル分けが存在し、ゲームシステムによる分類には「シミュレーション」、「アクション」、「ロールプレイング (RPG)」、「パズル」、「スポーツ」、「レース」、「シューティング」といった種類が存在する。井口 [4] によるアンケート調査の結果から、日本人に人気の高いゲームソフトのジャンルのひとつである RPG[5] (Role Playing Game) は、ストーリー性やプレイヤーの演じるキャラクターの成長を特徴としている。RPG の中にはオープンワールド [6] と呼ばれる、ゲーム内に移動制限が存在せず、フィールドの切り替えがほとんど無いゲーム設計が存在する。これはオープンワールド RPG と呼ばれ、ゲームへの高い没入感や自由度の高さが魅力となっている。しかし、ゲームを制作する際に広大なマップを作成する

必要があり、バグの修正などにも多くの時間を費やすことになる。また、わたなべ [7] の記事によると、ユーザーが自由に行動するので、ストーリーの導線づくりが難しいといった問題が存在する。このような中で、ゲームへの没入感を高めるために、よりリアルな表現を追求し細部にこだわることは、時間や労力を多く費やす必要があり難しい。

このような問題を解決するため、ゲームマップや地形、ゲーム内オブジェクトの自動生成に関する研究が進んでいる。石塚ら [8] の研究では SQLite 等を用いて、ゲームマップの種類であるフィールドマップやダンジョンマップの自動生成に成功している。山本 [9] の研究では、テッセレーションシェーダやパラメトリック曲面を用いて、GPU 内での地形の生成を実現しており、GPU への情報の再送信量を抑えている。また、落合 [10] の研究では、従来の建造物自動生成手法では生成が難しかった、鉄道駅の 3D 形状を自動生成している。上述のような研究が進むことにより、ゲームマップの形状や、ゲーム内の多くのオブジェクトを自動で生成することが可能となり、ゲーム制作にかかる労力を大幅に削減できる。

そこで本研究では、蜘蛛の巣の表現に着目する。蜘蛛の巣の表現は複雑なものが多いうえに、どこに配置すればゲームへの没入感を高めることができるのかといった事を考慮するため、ゲーム開発において多くの労力を費やす必要がある。よって、ゲーム内における蜘蛛の巣の表現を自動で生成することが出来れば、ゲーム開発における時間や労力の軽減ができ、ゲーム開発のその他の作業に時間を割くことが可能になる。しかし現在、ゲームに関する研究の中で蜘蛛の巣に着目している研究事例はあまり多くない。喜禎 [11] の研究では、3DCG における蜘蛛の巣形状の自動生成を実現しており、これによりゲームマップ内に蜘蛛の巣形状を生成することが可能である。また、川守田ら [12] の研究では、ニューラルネットワークを用い、生物による造形行動についてシミュレーションを行っており、蜘蛛の巣を題材としている。結果として、平面上での蜘蛛の巣形状を出力することに成功している。しかし、両研究においてゲームマップのどこに蜘蛛の巣を生成するかは考慮していない。そこで本研究では、ゲーム開発における時間の短縮や負担の軽減を目的として、ゲームマップ内における蜘蛛の巣の生成箇所を自動で決定する手法について提案

する。

提案手法の検討を行う前に、どのような蜘蛛の巣の表現がゲームに適しているかを考察するため、蜘蛛の生態や映像作品における蜘蛛の巣の表現を調査した。現実における蜘蛛の巣は、餌が豊富な場所や、蜘蛛の巣を破壊する要因の少ない場所に多く確認できることが分かった。続いて、ゲームやアニメといった映像作品では、空間の隅や光源の付近、蜘蛛をモチーフとする敵モンスターの縄張り周辺に蜘蛛の巣が多く確認できた。このような調査の結果から、蜘蛛の巣の生成箇所が局所的になりかねないといった問題のある、現実の蜘蛛の生態を考慮するよりも、マップ内に満遍なく蜘蛛の巣が確認できた映像作品における蜘蛛の巣の表現を考慮する方が、ゲームにおける蜘蛛の巣の表現として適していると考えた。よって、本研究では映像作品で確認できた蜘蛛の巣の表現を参考に、提案手法の検討を行う。

提案手法の流れについて述べる。本研究ではゲームマップを作成し、この中で提案手法の実装・検証を行う。まず作成したゲームマップ内のオブジェクト上に、蜘蛛の巣の足場となる基点を配置する。配置した基点について、基点間の距離や、基点が属するオブジェクトといった条件が重なった場合、蜘蛛の巣を配置する場所とする。また、配置する基点の数を変更することにより、映像作品特有の表現などを再現する。結果として、空間の隅や光源の付近、敵モンスターの縄張り周辺といった場所に蜘蛛の巣を生成することに成功した。しかし、様々な場所に蜘蛛の巣を生成するために、提案手法の条件・数値を細かく調整していく必要があるといったことが、今後の展望として存在している。

## 1.2 論文構成

本論文は全 6 章にて構成する。第 2 章で本研究の前提となる蜘蛛や蜘蛛の巣の知識を述べる。第 3 章では、映像作品内における蜘蛛の巣の表現を調査し、第 4 章で提案手法について述べる。第 5 章では提案手法の実装結果と、検証及び評価について述べ、第 6 章では、本研究のまとめと今後の展望について述べる。

## 第 2 章

# 蜘蛛の生態と蜘蛛の巣

本章では、本研究を進めるにあたって必要となる蜘蛛の生態や蜘蛛の巣に関する知識をまとめている。

### 2.1 蜘蛛の生態

蜘蛛に関する研究を進めるための予備知識として、蜘蛛の生態を調査した。大崎 [13] の研究と蜘蛛研究所 [14] の記事によると、現在世界には約 35000 種類、日本には約 1200 種類の蜘蛛が存在する。また、蜘蛛研究所 [15] の記事によると、基本的な活動時期は、4 月頃から 11 月頃までである。秋の初めに産卵、春先に羽化し、冬は冬眠している。天敵はベッコウバチといった狩人蜂、トカゲ、ヤモリ、小鳥などである。現代では不快害虫と呼ばれることもあり、あまり良いイメージを持たない人も多い。しかし、作物を食べる農業害虫の天敵であることから、農業に携わる人々は益虫と認知している。蜘蛛には巣を張るイメージが定着しているが、実際に巣を張るものは、全体の約半数程である。このように巣を造り、獲物が捕まるのを待つ蜘蛛を造網性の蜘蛛と呼び、代表的なものにジョロウグモやクサグモが存在する。残りの約半数は徘徊性の蜘蛛と呼ばれ、巣を造らずに獲物を自力で捉えるという生活をしている。これらの代表的な蜘蛛として、アシダカグモやハエトリグモがいる。また、少数ではあるが地中に穴を掘り、その中で獲物が来るのを待ちながら生活している地中性の蜘蛛も存在する。本研究では、蜘蛛の巣に着目しているため、蜘蛛の種類は造網性を想定している。

蜘蛛が巣を作る際にはいくつかの習性が存在する。巣は雨や風に弱く、さらに雨粒に光が反射すると天敵に見つかりやすい。よって、家の軒下といった雨風が防げるところに巣を作る傾向が

ある。また、蜘蛛は同じ場所に巣を張る傾向があり、何らかの要因により巣が壊されたとしても、数十分から2時間程度で修復することが可能である。

## 2.2 蜘蛛の巣

蜘蛛の巣とは、蜘蛛が自身の体から糸を出して造った網状の構造物であり、主に住居としての役割と、餌を捕らえるための罠としての役割を果たしている。BuNa[16]の記事によると、蜘蛛の巣の形状には代表的なものに4つのタイプが存在しており、トンネル(穴居)型、円網、立体網、受信糸網の4つである。本研究では蜘蛛の巣としてのイメージが定着している円網を想定している。図2.1は円網型の蜘蛛の巣のイメージである。

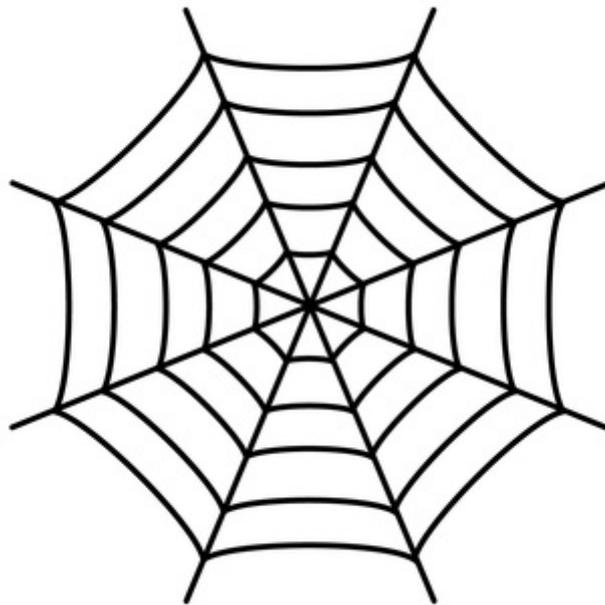


図 2.1 円網イメージ

AFPBBNews[17]の記事によると、中心から外に向かって螺旋状に張っている糸が横糸である。伸縮性が高く湿り気と粘り気があり、餌を捕獲する役割を果たす。また、BuNa[16]の記事によると、中心から放射状に広がる糸は縦糸であり、粘り気は無く、巣全体を支える骨組みの役割を果たしている。大崎[18]の研究とBuNa[16]の記事によると、巣の中央部はこしきと呼ばれ、蜘蛛

が獲物を待ち受けている生活場所である。蜘蛛が移動する際は、こしきに命綱となる牽引糸を固定し、縦糸を使って移動している。

現実世界において蜘蛛の巣が存在する場所の要因・条件がどのようなものかを調査した。以下が、蜘蛛が巣を張る際の要因・条件である。

### 2.2.1 足場の存在

桂 [19] の研究によると、蜘蛛は巣を造る際に、自分がいる足場から糸を垂らし、風の力で近くの足場に糸を掛ける。この糸を辿りもう一つの足場と行き来を繰り返す、巣を張っていく。そのため、蜘蛛が巣を造るためには微風の存在と、巣の支点となる足場が必要である。

### 2.2.2 周囲の虫の量

蜘蛛が餌としているのは、蚊や蛾、ハエといった小さな虫である。これらの餌となる虫を捕らえるために巣を張るため、虫が多い場所には蜘蛛の巣も多く、反対に虫が少ない場所に蜘蛛の巣は少ないといった比例関係が成り立っていると考える。

ここで、餌となる虫が多く集まる場所を挙げる。

- 街灯、玄関照明といった、夜に光を放つ物の周囲
- 木々、雑草といった自然の豊かな場所
- 水辺の周辺

これらの場所には、同じく蜘蛛の巣も多く存在する。

### 2.2.3 巣の壊れづらさ

巣を破壊する大型の生物が多く往来する場所に、蜘蛛は巣を張らない傾向がある。例を挙げると、田舎では比較的低い位置に蜘蛛の巣が張られるのに対し、都会では高所に張られることが多

い. これには人が往来する頻度が関係している. また, DUSKIN[20] の記事によると, 蜘蛛の巣は雨や風に弱く, 天候の影響を受けづらい場所に巣を作る傾向がある.

## 第 3 章

# 映像作品における蜘蛛の巣の表現

本章では、ゲームやアニメーションといった映像作品内での蜘蛛の巣の表現がどのようなものか調査・分析してまとめている。

### 3.1 ゲーム内における蜘蛛の巣の表現

今回調査した蜘蛛の巣の表現が存在するゲームは、「Minecraft[21]」、「Skyrim - TheElder-Scrolls [22]」、「MonsterHunter:World[23]」の 3 種類である。

#### 3.1.1 Minecraft

この作品は、ブロックでできた世界で建築やサバイバル生活を楽しむことができる、サンドボックスビデオゲームである。ゲームマップは、ゲーム開始時にシード値に応じてランダムで生成される。この中で、蜘蛛の巣は限られた場所でしか生成しない。蜘蛛の巣を生成する場所は、要塞の図書室、イグルーの地下室、廃坑、ゾンビ村、森の洋館 (蜘蛛のモンスタースポナー [24] が存在) のみである [25]。今回の調査では、廃坑の蜘蛛の巣を調査した。

下記の図 3.1, 3.2 が調査結果である。図 3.1 は、単体で生成したた蜘蛛の巣の画像である。このように天井と壁に接するような、空間の隅に多く確認できた。



図 3.1 Minecraft-廃坑における蜘蛛の巣

図 3.2 は、蜘蛛のモンスタースポナー周辺に生成した大量の蜘蛛の巣の画像である。

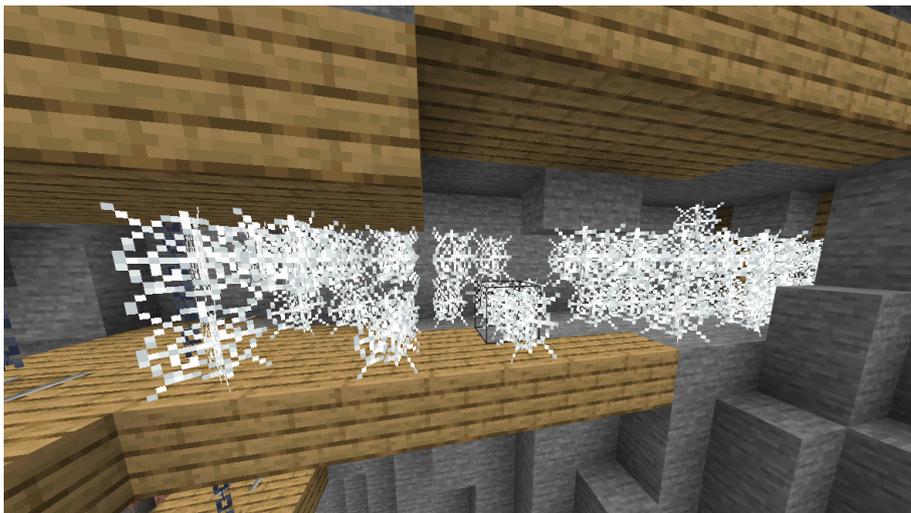


図 3.2 Minecraft-廃坑における蜘蛛の巣 (スポナー周辺)

Minecraft ではアイテムを正方形のブロックで表現しており、蜘蛛の巣も例外ではない。図 3.1 のような単体の蜘蛛の巣は、この正方形のブロックの 2 つ以上の面が他のオブジェクト (壁、天井、地面等) に接触して生成していることが多かったが、図 3.2 では接している面が 1 つのものや、隣の蜘蛛の巣と連なって生成していることが確認できる。

### 3.1.2 Skyrim – TheElderScrolls

この作品は、オープンワールドのアクション RPG である。ソロプレイで様々な職業になりきり、自由に世界を冒険することができる。ゲームの序盤から、蜘蛛の巣の表現が所々確認できた。下記の図が調査結果である。図 3.3 は、地下道を散策していた際に確認できた蜘蛛の巣である。



図 3.3 Skyrim-地下道における蜘蛛の巣

中央の照明の周りに蜘蛛の巣が張られている様子が確認でき、光に集まる虫を捕まえるために蜘蛛の巣を張るといふ、現実世界の蜘蛛の習性が確認できた。

図 3.4 は、蜘蛛のモンスターの縄張り付近の蜘蛛の巣である。



図 3.4 Skyrim-蜘蛛の縄張り周辺の蜘蛛の巣

空間一面に蜘蛛の巣が張っており，リアルさよりも演出に重きを置いた表現が確認できた．

### 3.1.3 MonsterHunter:World

この作品は，プレイヤーがハンターとなり多種多様なモンスターを狩るハンティングアクションゲームである [26]．様々な種類のゲームマップが存在しており，マップ内はシームレスに繋がっている．森林が舞台となるマップと砂漠が舞台になるマップ内に蜘蛛の巣の表現が確認できた．

図 3.5 は森林のマップ内で確認できた蜘蛛の巣の画像である．



図 3.5 MonsterHunter:World-森林の蜘蛛の巣

木々の隙間の比較的低い位置に確認できる。木々の間隔が広く，モンスターやハンターといった蜘蛛の巣を破壊する生物の往来が多い場所に存在している。

図 3.6 は森林のマップ内にある洞窟で確認できた蜘蛛の巣の画像である。



図 3.6 MonsterHunter:World-森林の洞窟における蜘蛛の巣

地面には水が流れており，蜘蛛の餌となる小さな虫が繁殖しやすく，画像からも小さな虫が飛んでいることが確認できる。

図 3.7 は砂漠のマップ内で確認できた蜘蛛の巣の画像である。



図 3.7 MonsterHunter:World-砂漠の蜘蛛の巣

洞窟の出入り口付近で確認できた。洞窟を出入りする小さな虫が集まっていることが確認で

きる。

## 3.2 アニメ作品における蜘蛛の巣の表現

今回調査した蜘蛛の巣の表現が存在するアニメ作品は、「鬼滅の刃 [27]」である。この作品は大正時代の日本を舞台に、鬼に親を殺され、妹が鬼になってしまった主人公が、鬼に立ち向かう姿を描いた和風ダークファンタジーとなっている [28]。作品内では、蜘蛛をモチーフとした鬼が存在し、その鬼が住処とする山に入ると、蜘蛛の巣の描写が確認できた。

鬼が発生させた小型の蜘蛛が作った蜘蛛の巣は、木々の隙間に多く確認でき、巣の高さは様々であった。鬼は自身の体から糸を出して自在に操ることができ、現実では確認できない高所にも糸を繋げ、自身の足場としていた。糸を張る際の基点間の距離もかなり離れていた。

## 3.3 現実と映像作品における蜘蛛の巣の比較

現実世界における蜘蛛の巣と、映像作品における蜘蛛の巣の表現を比較・分析する。第2章を踏まえると、現実における蜘蛛の巣は、周囲の餌の量が豊富な場所や、蜘蛛の巣を破壊する要因の少ない場所に巣を造る傾向がある。しかし、これらの生態を加味してゲーム内に蜘蛛の巣を生成すると、生成場所が限定的になってしまう。また、虫の量を考慮することは、ゲーム制作において手間となる可能性がある。これに対し、映像作品における蜘蛛の巣の表現は、空間の隅、木々の隙間や洞窟といった狭い空間に多く確認でき、これらを参考にすることで、ゲームマップ内に満遍なく蜘蛛の巣を配置できると考える。また、映像作品における特有の蜘蛛の巣表現に、蜘蛛をモチーフとするモンスターの縄張り周辺に、蜘蛛の巣が大量発生している様子が確認できた。これにより、蜘蛛の敵キャラクターに接近している高揚感や恐怖心を生んでいると考える。

上述の内容を踏まえ、本研究では映像作品で確認できた蜘蛛の巣の表現を参考に、提案手法の考案を行う。

# 第 4 章

## 提案手法

本章では，ゲームマップ内に自動で蜘蛛の巣を生成する手法と実装結果について述べる．本研究ではゲームマップを制作し，この中で提案手法の実装を行った．マップの製作及び提案手法の実装は Fine Kernel ToolKit[29] を使用している．

### 4.1 シミュレーションについて

本研究における提案手法の検証を行うマップの舞台は，人や動物の往来が存在する廃墟をイメージしている．図 4.1 は今回制作したマップの設計図である．

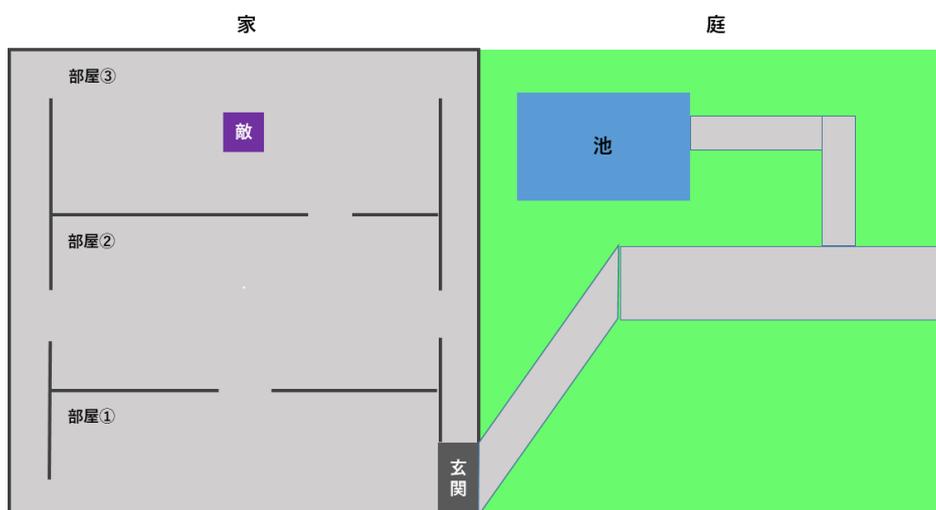


図 4.1 ゲームマップ設計図

屋内には 3 つの部屋を設けており，部屋 1 は書斎，部屋 2 はリビングである．部屋 3 は，蜘蛛をモチーフとする敵を想定したブロックが中央に存在している．また，これらの部屋を囲む形で

廊下が存在する。屋外は庭となっており、木々や池が存在している。図 4.2 は部屋 1, 図 4.3 は部屋 2, 図 4.4 は部屋 3, 図 4.5 は庭の画像である。また, 図 4.6 は蜘蛛の巣の生成画面である。

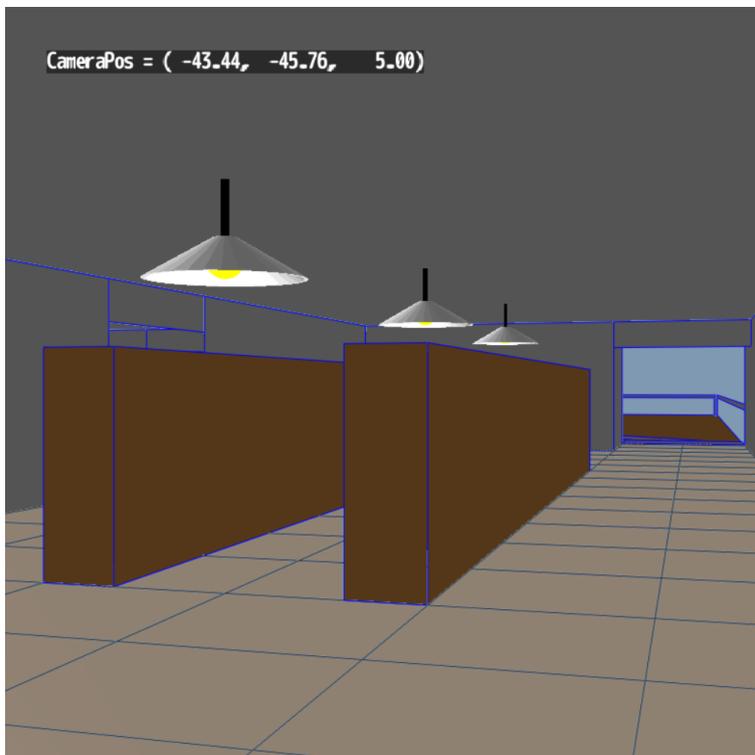


図 4.2 ゲームマップ画面 部屋 1

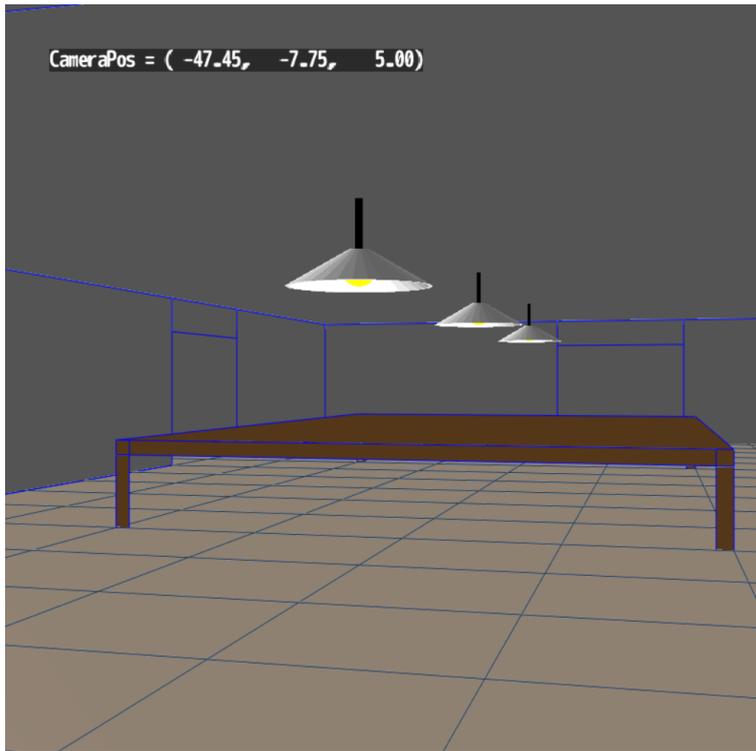


図 4.3 ゲームマップ画面 部屋 2

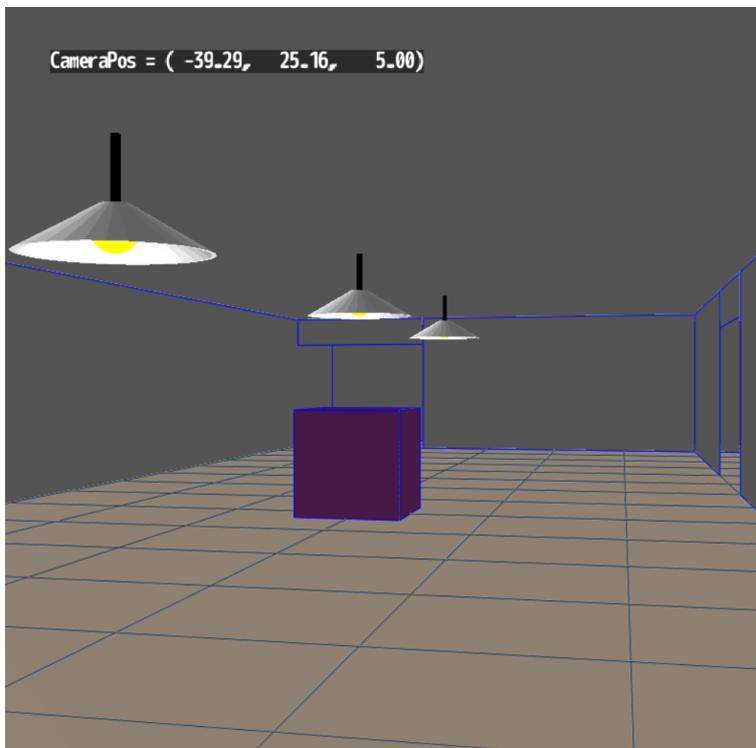


図 4.4 ゲームマップ画面 部屋 3

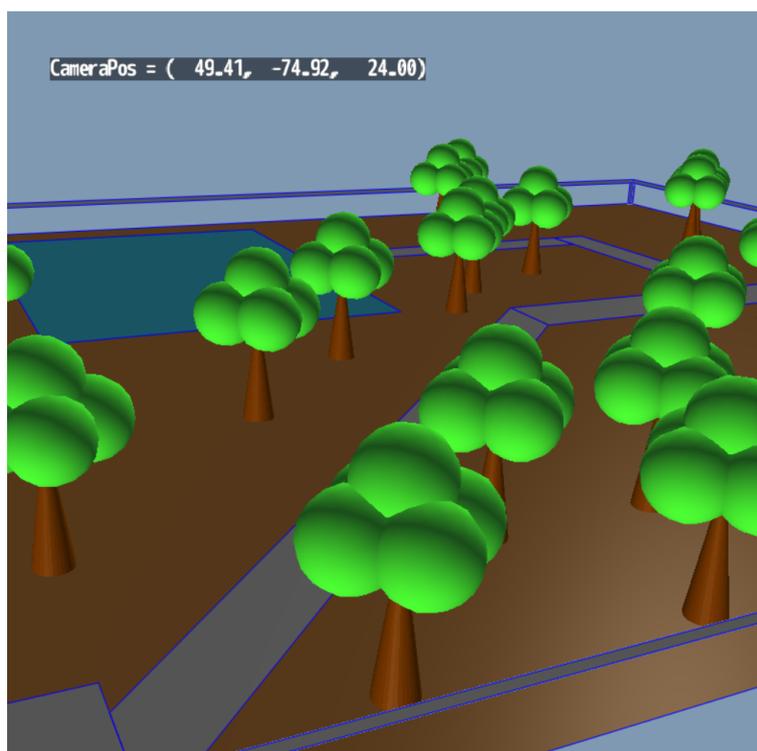


図 4.5 ゲームマップ画面 庭

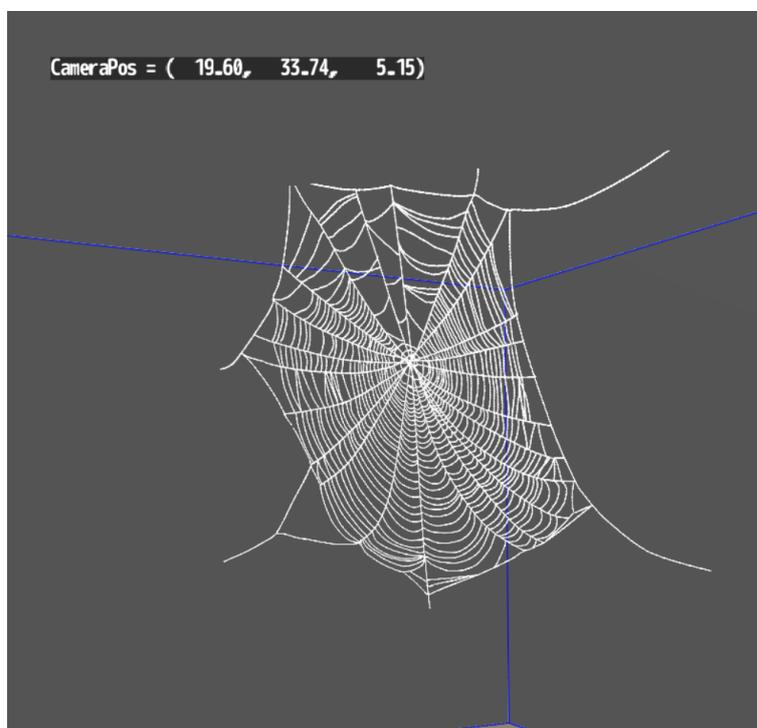


図 4.6 ゲームマップ画面 蜘蛛の巣

蜘蛛の巣は、PNG ファイルを読み込んで描写を行っており、縦幅と横幅を調整することで大きさを変更することが可能である。また、法線ベクトルの値を変更することで、角度を調整することが可能である。

上述のゲームマップ内に、映像作品で確認できる表現を参考とした、蜘蛛の巣の生成場所の自動化アルゴリズムを実装する。

## 4.2 提案手法概要

本研究の提案手法について述べる。

### 4.2.1 基点の生成

まず、マップ内に存在するオブジェクトの表面に、蜘蛛の巣の基点となる場所を設定する。今回は、一部のオブジェクトを除く多くのオブジェクトに対し、規則に沿った形で基点を生成する。主に壁や地面、天井といった四角形のオブジェクトである。これに対し、円錐や球を含む木や電球のオブジェクトについては、自身で基点の位置を設定する。

四角形のオブジェクトに基点を生成する手法について説明する。まず、縦と横の辺の長さを測定する。これが FK 上で 8 以上であった場合、角から 1 だけ内側に基点を生成する。縦横共に 8 以上であった場合は、縦横どちらも 1 だけ内側に生成する。この時点で長さが 8 以上である辺には 2 つの基点が存在している。この 2 点間の距離を測定し、長さが 8 以上の場合は 2 点の中心に基点を生成する。これを繰り返し、2 点間の距離が 8 未満になるまで生成を行う。初めの辺の長さが 8 未満であった場合は、辺の中心に基点を 1 つ生成し終了とする。図 4.7 は基点の生成手法である。

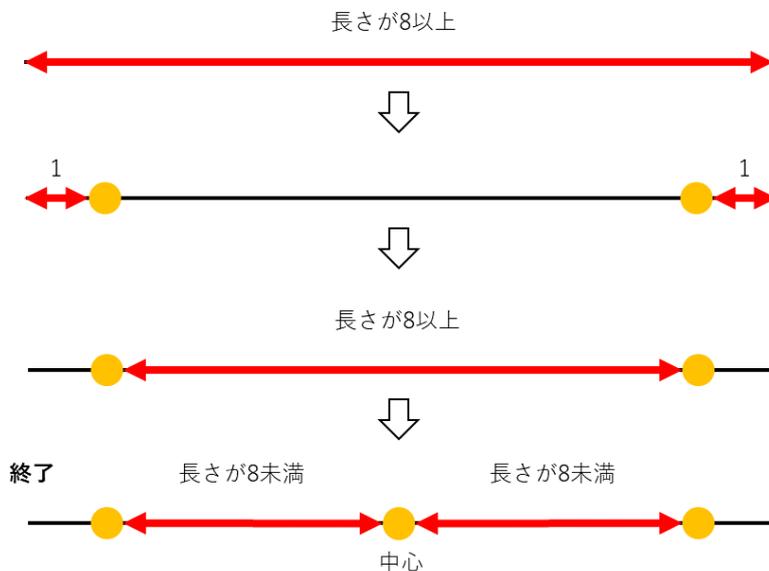


図 4.7 基点生成手法

ただし、映像作品で確認できる特有の表現などを再現するため、条件によって基点の生成数を変更する。基点の生成数を変更する条件は以下の2つである。

1. 付近に光を放つオブジェクトが存在する
2. 付近に蜘蛛のモンスターや住処が存在する

これらの条件に当てはまるオブジェクトについて、基点の生成数を変更する。これらのオブジェクトは、蜘蛛の巣の生成数を増やすため、基点の生成数を増やす。基点の生成数を増やす方法は、基点間の距離が8未満で生成を終了していたところを、4未満になるまで生成を行う。

#### 4.2.2 蜘蛛の巣の生成

4.2.1 で生成した基点から、蜘蛛の巣の生成場所を検出する。基点 A, B, C について考える場合、それぞれ (A と B, A と C, B と C) の基点間の距離を測定する。これらが全て5以下であり、かつ基点 A, B, C が異なる2つ以上のオブジェクトに属している場合、蜘蛛の巣の生成を行

う. 図 4.8 は蜘蛛の巣の生成手法である.

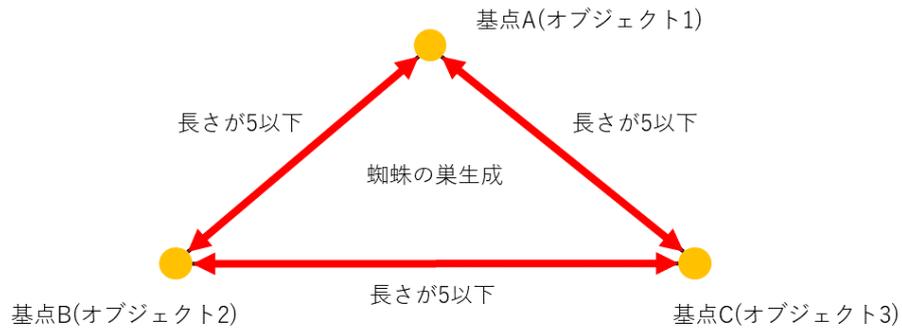


図 4.8 蜘蛛の巣生成手法

このように, 基点間の距離がそれぞれについて 5 以下である基点が 3 つ以上存在し, これらの基点が異なる 2 つ以上のオブジェクトに属していた場合に蜘蛛の巣の生成を行う. ただし, それぞれの基点の間には, オブジェクトが存在してはならない. 例として, 2 つの基点間に, 壁といったオブジェクトが存在する場合は, 蜘蛛の巣は生成しない.

続いて, 生成を行う蜘蛛の巣の大きさ, 角度について述べる. 大きさは, 生成箇所の基点を覆う大きさで生成する. 角度については, 各基点を結んでできた平面と同一とする.

## 第 5 章

# 実装結果と比較検証・評価

本章では、提案手法を用いて蜘蛛の巣の生成を行ったゲームマップの実装結果について述べる。また上述のマップと、現実の生態を考慮して手動で蜘蛛の巣の配置を行ったマップとの比較検証を行った結果と評価について述べる。

### 5.1 実装結果

まず基点の生成結果について述べる。図 5.1 は、マップ内に単体の基点を生成した画像である。

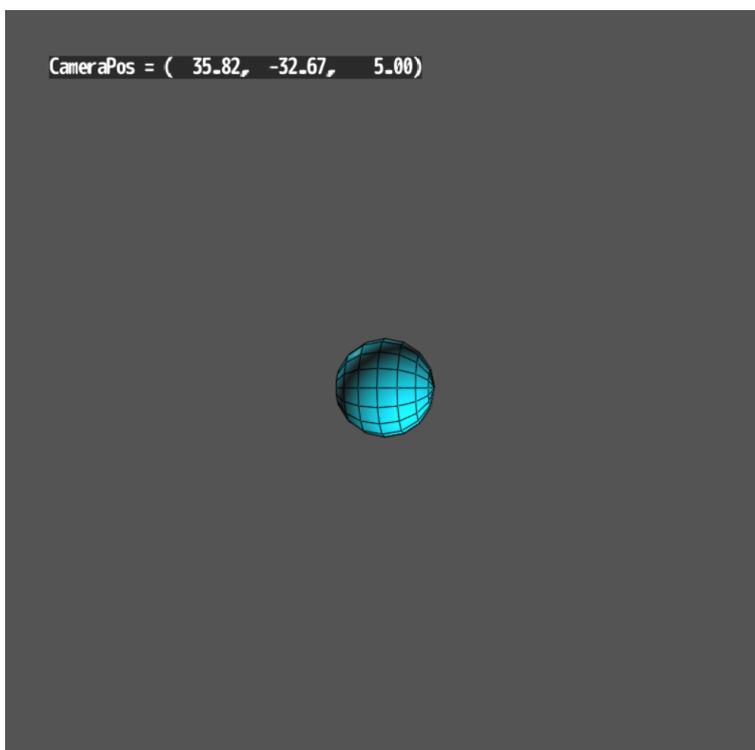


図 5.1 基点単体の生成画面

この基点を、マップ内のオブジェクトに配置した。図 5.2 はマップの部屋 1 に、図 5.2 はマッ

プの部屋 3 に基点を生成した画像である。

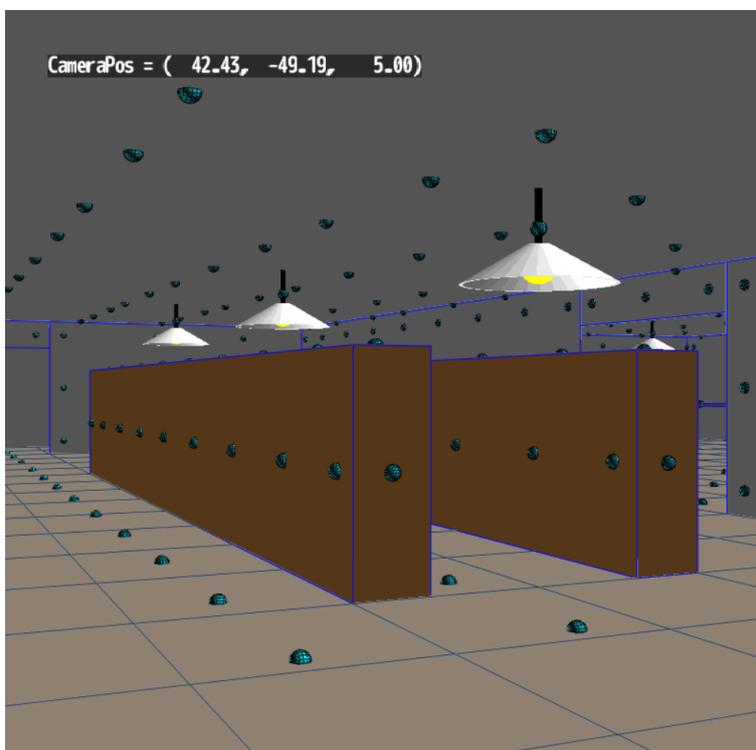


図 5.2 ゲームマップ部屋 1 における基点生成画面

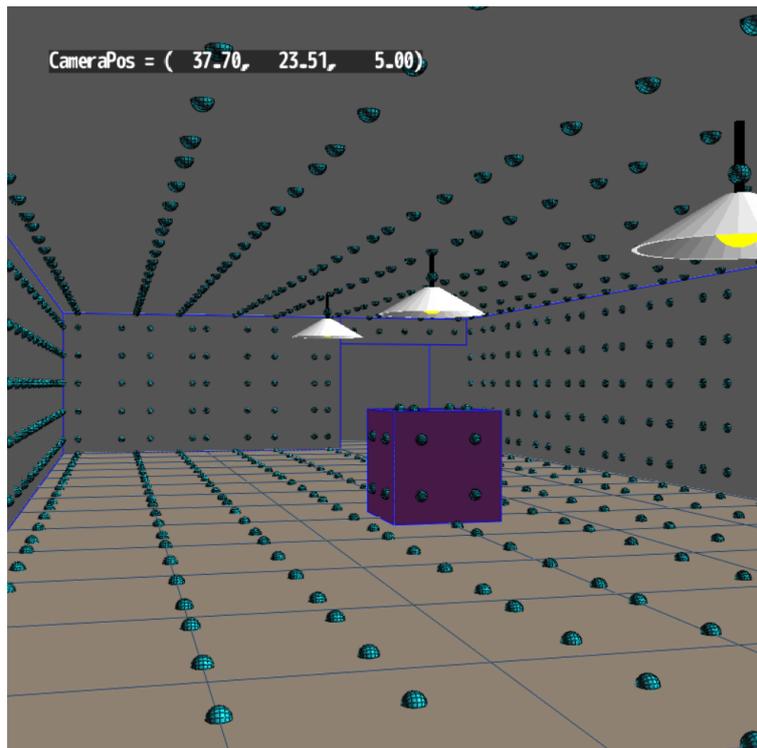


図 5.3 ゲームマップ部屋 3 における基点生成画面

これらの基点の中から，蜘蛛の巣を生成する場所を検出し，実際に蜘蛛の巣の生成を行った．

続いて，蜘蛛の巣の生成結果について述べる．図 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 は提案手法を用いて蜘蛛の巣の生成を行った画像である．

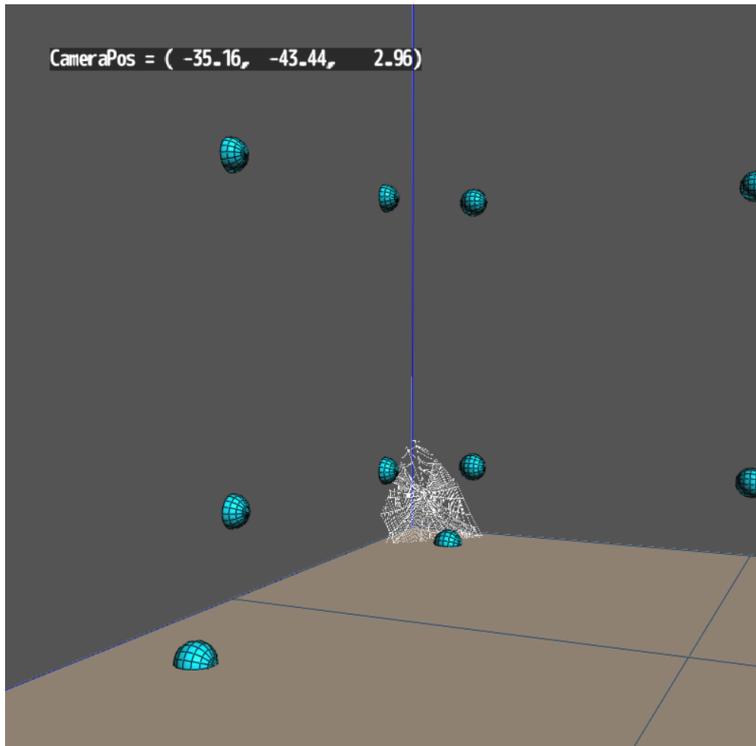


図 5.4 提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面 1

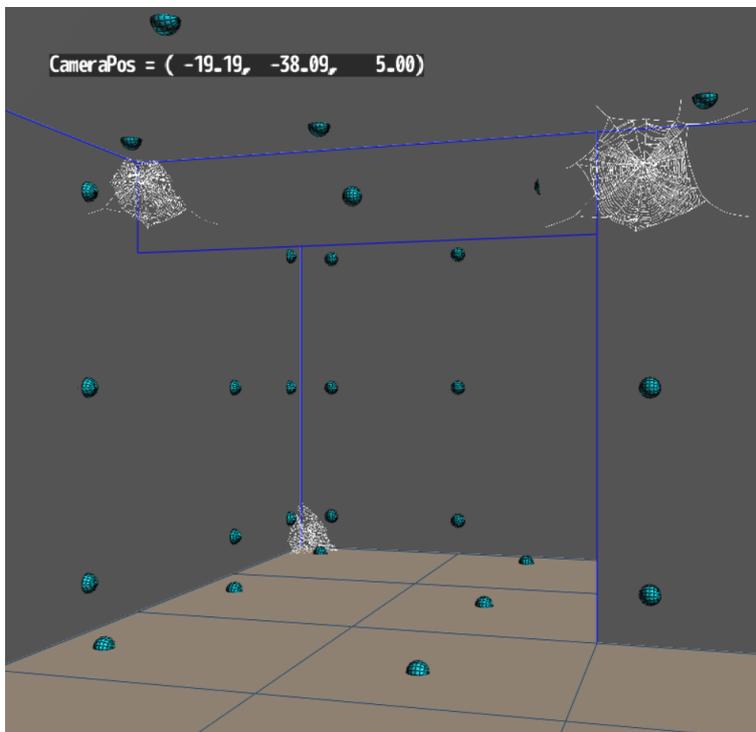


図 5.5 提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面 2

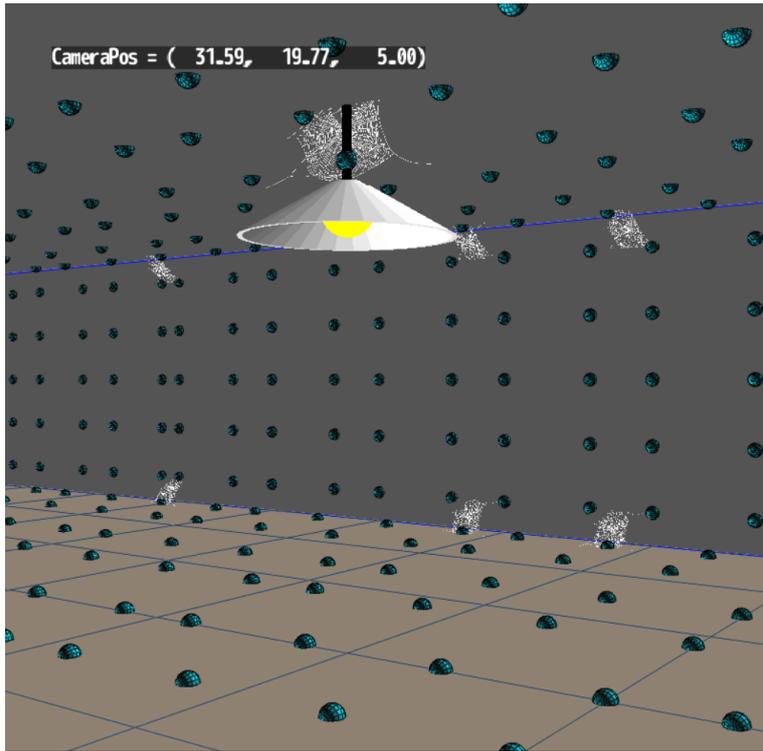


図 5.6 提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面 3

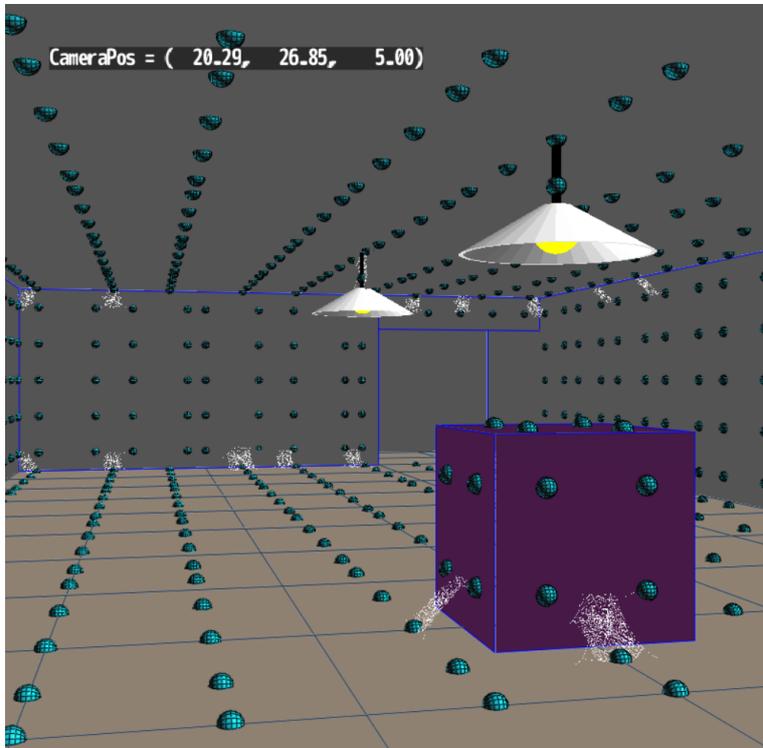


図 5.7 提案手法を用いた蜘蛛の巣生成画面 4

このように、空間の隅や光源付近に蜘蛛の巣の生成が確認できた。また、敵モンスターの縄張り周辺に基点を多く配置することで、蜘蛛の巣の生成量を増やすことができた。

## 5.2 比較検証

提案手法を用いて蜘蛛の巣の生成を行ったマップと、現実の蜘蛛の生態を考慮して蜘蛛の巣の配置を行ったマップについて比較を行う。提案手法の実装結果は 5.1 のとおりである。現実の蜘蛛の生態を考慮して蜘蛛の巣の生成を行ったマップは、第 2 章の記述を参考にマップ内に手動で蜘蛛の巣の生成を行う。比較は自身で両マップ内を散策し、評価を行う。

### 5.2.1 現実の蜘蛛の生態を考慮したマップ

現実の蜘蛛の生態を考慮したマップでは、巣を破壊する要因の少ない場所に蜘蛛の巣が確認できた。図 5.8 は、生物の往来が少ないマップの隅の蜘蛛の巣の生成画像であり、図 5.9 は生成場所を示した画像である。赤い丸印が生成場所である。

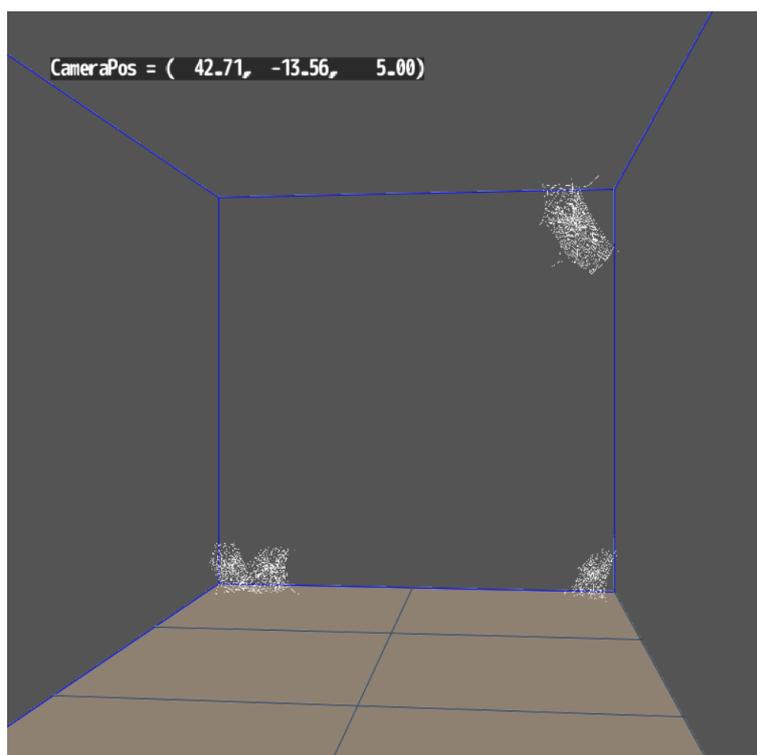


図 5.8 現実の蜘蛛の生態を考慮したマップの出力結果 1

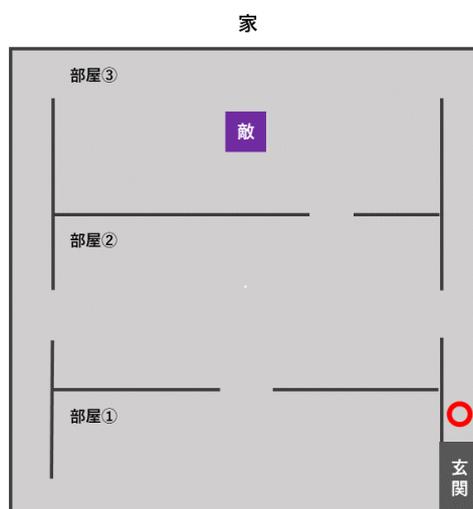


図 5.9 蜘蛛の巣の生成場所

また、餌となる虫が多い水辺や木々が存在する場所にも蜘蛛の巣が確認できた。図 5.10 は、水辺の木々の隙間に確認できた蜘蛛の巣の画像である。

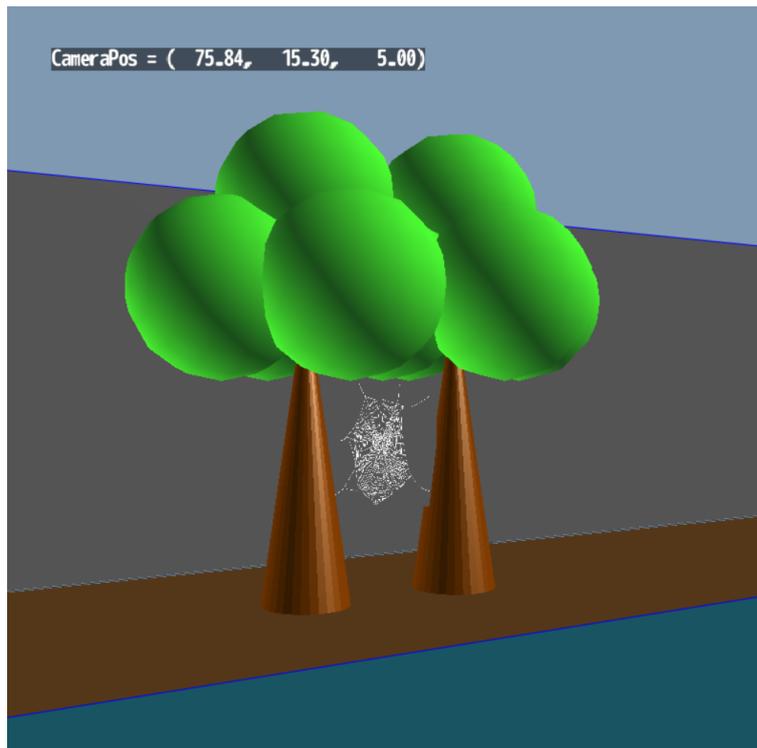


図 5.10 現実の蜘蛛の生態を考慮したマップの出力結果 2

## 5.2.2 評価

提案手法を用いて蜘蛛の巣の配置を行ったマップでは満遍なく蜘蛛の巣の生成が確認できた。また、蜘蛛をモチーフとした敵の縄張り周辺には、多くの蜘蛛の巣が存在し、敵に近づいているといった高揚感などを感じることができた。これに対し、現実の蜘蛛の生態を考慮したマップでは、蜘蛛の巣の生成場所に偏りが確認できた。原因は蜘蛛の生態を考慮したためであり、マップ内の隅といった、巣を破壊する要因である生物の往来の少ない場所に蜘蛛の巣が存在していた。また、餌となる虫が豊富な水辺にも蜘蛛の巣が確認できたが、マップに水辺が少ない、または存在しないゲームでは、蜘蛛の巣を生成することが難しくなってしまうと考える。また、マップの隅や水辺といった局所的な蜘蛛の巣の生成により、ゲームをプレイする際に、プレイヤーの目に留まらないといった問題が存在し、蜘蛛の巣を生成すること自体が無駄になってしまうと感じた。

よって、ゲーム内に蜘蛛の巣を配置する際は、映像作品で確認できた表現を使用することが有

用だと言える．また，本研究における提案手法の有用性が確認できた．

## 第 6 章

# まとめと今後の展望

本章では本研究全体のまとめと、今後の課題について述べる。

本研究では、ゲームマップ内のどこに蜘蛛の巣を配置することが望ましいのかを検討し、蜘蛛の巣の自動生成手法を提案、これの実装を行った。本研究を進めるにあたり、蜘蛛の生態や蜘蛛の巣についての知識を調査した。また、現実とゲームなどの映像作品内における蜘蛛の巣の表現を比較するため、調査、分析を行った。これらの調査結果から、映像作品で確認できる蜘蛛の巣の表現を参考に、提案手法の検討を行った。提案手法では、基点を用いた蜘蛛の巣の生成箇所を自動で決定する手法を提案し、FKにて実装を行った。結果として、基本的には空間の隅や光源の付近、また映像作品で確認できた特有の表現として、敵モンスターの縄張り周辺に蜘蛛の巣を生成することに成功した。提案手法の有用性を確認するため、現実の蜘蛛の生態を考慮して蜘蛛の巣の配置を行なったマップを制作し、自身で比較・評価を実施した。結果として、現実の蜘蛛の生態を考慮すると、蜘蛛の巣の配置が局所的となってしまうといった問題が確認できた。よって、蜘蛛の巣を満遍なく配置でき、敵周辺での表現に長けた映像作品における蜘蛛の巣の表現の方が、ゲームに向いているということが分かった。

本研究では基点生成を規則的に行ったことで、同じ大きさ・角度の蜘蛛の巣が連なって生成している場所が確認できた。これを改善するため、基点生成をランダムで行う、提案手法の条件や数値を細かく調整するといったことが必要であると考え。また、提案手法をプログラム上で実装することで、完全な自動生成を目指すといったことが今後の展望であると考えている。

# 謝辞

本研究を進めるにあたり、サポートしてくださった渡辺先生、阿部先生、そして研究室のメンバーの方々に感謝申し上げます。前期、後期共にほとんどオンラインでの進行でしたが、充実した1年であったと感じています。

前期の授業では、論文とは何か、論文の探し方、論文のテーマの決め方などを分かりやすくご教授して頂き、スムーズに研究に着手できたと感じています。研究の進捗状況について、先生方とメンバーの前で発表する機会が多くあり、緊張しやすい私としては（個別面談がいいなあ）などと思っていたのですが、慣れていくにつれて様々な人から意見を頂ける貴重な機会だと気づき、また最終発表に向けて、人前で発表する良い練習の場になっていたのだと感じています。

研究の後半では個別面談が多くなりましたが、よりじっくり意見を交換できて、研究の方向性や内容が固まっていた期間だったと思います。プログラムのサポートや、研究の方向性が定まらない中、長時間話し合いをして頂き感謝しています。また、体調が崩れていた時期に優しく接して頂きありがとうございました。

改めて、本研究を進めることができたのは渡辺先生、阿部先生のサポートや、研究室メンバーの助言があったからだとして強く感じています。心より感謝申し上げます。

# 参考文献

- [1] 株式会社角川アスキー総合研究所. ファミ通ゲーム白書 2022. 株式会社角川アスキー総合研究所, 2022.
- [2] 湯浅英夫. 世界ゲーム市場は約 22 兆円に、国内市場はゲームアプリが 1.3 兆円. <https://xtrend.nikkei.com/atcl/contents/watch/00013/01964/>. 参照: 2022.12.11.
- [3] 長瀬良祐. オンラインゲームにおける 分類方法の調査研究. 2006.
- [4] 井口貴紀. 大学生のゲーム利用実態. 情報通信学会誌, Vol. 33, No. 2, pp. 41–51, 2015.
- [5] IT 用語辞典 BINARY. Rpg とは. <https://www.sophia-it.com/content/Role+Playing+Game>. 参照: 2022.12.17.
- [6] メタバース相談室. オープンワールドゲームとは? その定義や条件など名作ゲームまで詳しく解説! <https://xrcloud.jp/blog/articles/business/2312/>. 参照: 2022.12.17.
- [7] クリエイター生活 (わたなべりょう). 【開発者視点】オープンワールドゲームのメリットデメリット. <https://www.toaru-gamedesigner.com/entry/2021/11/05/%E3%80%90%E9%96%8B%E7%99%BA%E8%80%85%E8%A6%96%E7%82%B9%E3%80%91%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%97%E3%83%B3%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%83%89%E3%82%B2%E3%83%BC%E3%83%A0%E3%81%AE%E3%83%A1%E3%83%AA>. 参照: 2022.12.18.
- [8] 石塚健太, 中村康裕, 上原稔. マップの自動生成に関する研究. 情報処理学会, Vol. 2011, No. 1, pp. 367–368, 2011.
- [9] 山本馨加. テッセレーションシェーダを用いた 描画要素数の動的制御による地形描画高速化に関する研究. 2020.
- [10] 落合宏一. 駅の特徴を考慮した鉄道駅形状の自動生成に関する研究. 2017.
- [11] 喜禎東賢. 正常円網の特徴を考慮したクモの巣形状の自動生成に関する研究. 2011.

- [12] 川守田和男, 平賀讓. Ga, nn による生物の造形行動の進化シミュレーション. 情報処理学会, Vol. 57, 人口知能と認知科学, pp. 295–296, 1998.
- [13] 大崎茂芳. クモの糸. 繊維製品消費科学会, Vol. 47, No. 9, pp. 511–519, 2006.
- [14] 蜘蛛研究室. 蜘蛛の巣の場所は南? 種類はあるの? <http://spider-lobo.com/archives/68>. 参照: 2022.8.12.
- [15] 蜘蛛研究室. 蜘蛛の発生時期や、巣をつくるのっていつ? <http://spider-lobo.com/archives/74>. 参照: 2022.8.12.
- [16] BuNa. クモの巣ウォッチングのすすめ vol.1 <身近なクモの巣を探してみよう>. <https://buna.info/runningstory/4733/>. 参照: 2022.12.21.
- [17] AFPBBNews. クモの巣の強さの秘密、2つの糸の絡み方にあり mit 研究. <https://www.afpbb.com/articles/-/2854920>. 参照: 2022.12.21.
- [18] 大崎茂芳. クモの生態と糸 (1). 化学と生物, Vol. 25, No. 10, pp. 688–692, 1987.
- [19] 桂廣介. 蜘蛛の巣の制作過程. 心理学研究, Vol. 16, No. 1, pp. 56–69, 1941.
- [20] 衛星環境を整える DUSKIN. クモを駆除・クモの巣を除去する | クモ・クモの巣の基本を知って、適切に駆除しましょう. <https://www.duskin.jp/terminix/column/detail/00032/>. 参照: 2022.12.22.
- [21] Minecraft. 公式サイト Minecraft. <https://www.minecraft.net/ja-jp>. 参照: 2022.8.12.
- [22] Bethesda. Skyrim- TheElderScrolls. <https://elderscrolls.bethesda.net/ja/skyrim>. 参照: 2022.8.12.
- [23] CAPCOM. モンスターハンター：ワールド公式サイト. <https://www.capcom.co.jp/monsterhunter/world/>. 参照: 2022.12.24.
- [24] MinecrafWiki. スポンサー. <https://minecraft.fandom.com/ja/wiki/%E3%82%B9%E3%83%9D%E3%83%8A%E3%83%BC>. 参照: 2022.8.12.
- [25] MinecrafWiki. クモの巣. <https://minecraft.fandom.com/ja/wiki/%E3%82%AF%E3%83%9D%E3%83%8A%E3%83%BC>. 参照: 2022.8.12.

83%A2%E3%81%AE%E5%B7%A3. 参照: 2022.8.12.

[26] 電撃オンライン. 『モンハンワールド』ゲームの基礎情報と進化したハンティングの各種要素を紹介【mhw まとめ # 1】. <https://dengekionline.com/elem/000/001/663/1663779/>. 参照: 2022.12.25.

[27] 鬼滅の刃. アニメ「鬼滅の刃」公式ポータルサイト. <https://kimetsu.com/anime/>. 参照: 2022.12.21.

[28] エンタミート. 【全巻あらすじ】知識 0 でも分かる「鬼滅の刃」のストーリーを簡単にネタバレ解説! <https://dream.jp/entmeet/article/616f73a89e2d0d08247a592b/>. 参照: 2022.12.22.

[29] 1997-2020 Fine Kernel Project (fk@gamescience). Fine kernel toolkit system top page. <https://gamescience.jp/FK/>. 参照: 2022.1.7.