

From Design: Full Procedural Animations for Mechs

Tomohiro Mori

AI Engineer
SQUARE ENIX CO., LTD.
moritomo@square-enix.com

Kousuke Namiki

Senior AI Engineer
SQUARE ENIX CO., LTD.
namikous@square-enix.com



Tomohiro Mori

AI Engineer : SquareEnix

キャラクターAIとアニメーションについて公立はこだて未来大学で研究していた。2019年スクウェア・エニックス入社

現在はテクノロジー推進部でAIとアニメーション分野の以下のテーマを研究開発している。

- フルプロシージャルアニメーション
- HTNを利用したキャラクターAI



Kousuke Namiki

Senior AI Engineer : SquareEnix

2008年からゲーム業界に携わり、2012年スクウェアエニックスに入社。

- FINAL FANTASY XV
- KINGDOM HEARTS III
- FINAL FANTASY VII REMAKE

など複数の大型タイトルにAIエンジニア、QA自動化AIエンジニアとして携わる。

現在は、テクノロジー推進部にて次世代のAIシステムの研究開発を進めている。



Introduction

 Doble Avionics
www.dobleavionics.com

目的

- 様々なパーツが想定されるカスタマイズロボットゲームにおいて、包括的にアニメーションを実現するアニメーションシステムの開発



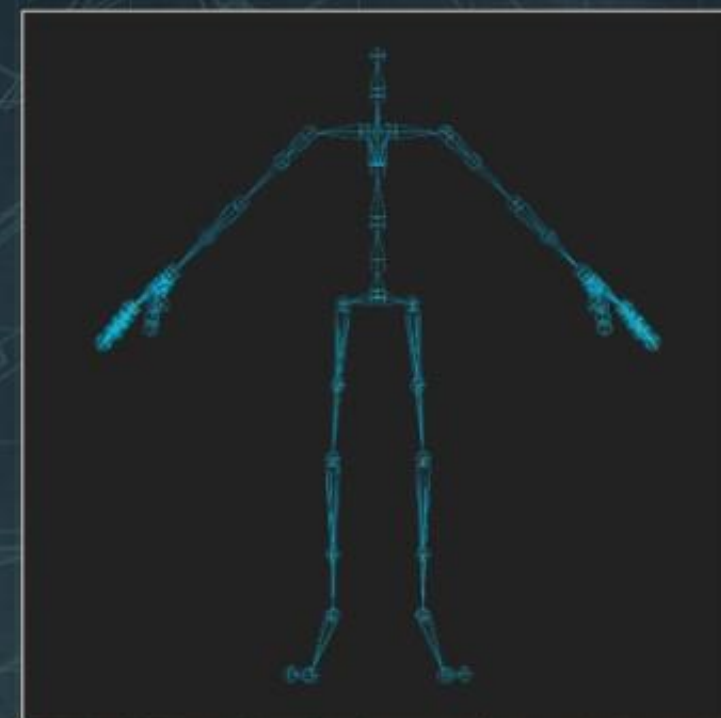
背景

- これまでのカスタマイズロボットゲームでは、パーツデザインを限定することでアニメーションシステムとカスタマイズ機能の両立を実現していた



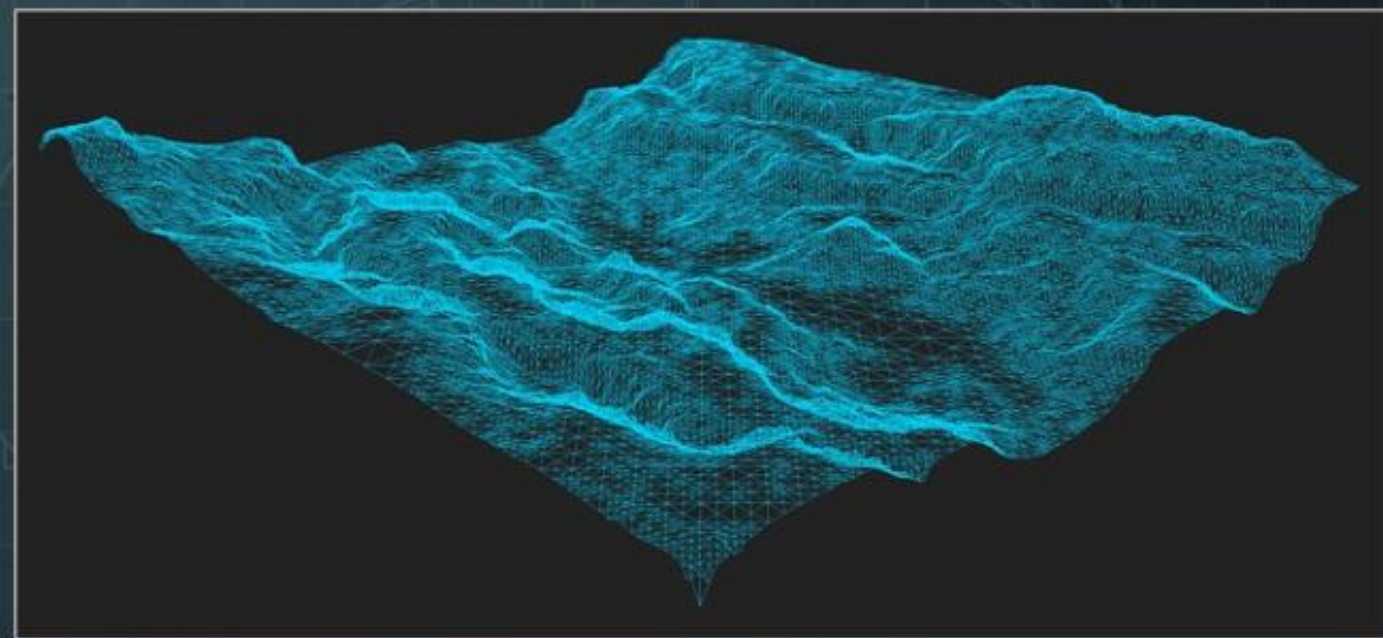
従来のアニメーションシステム

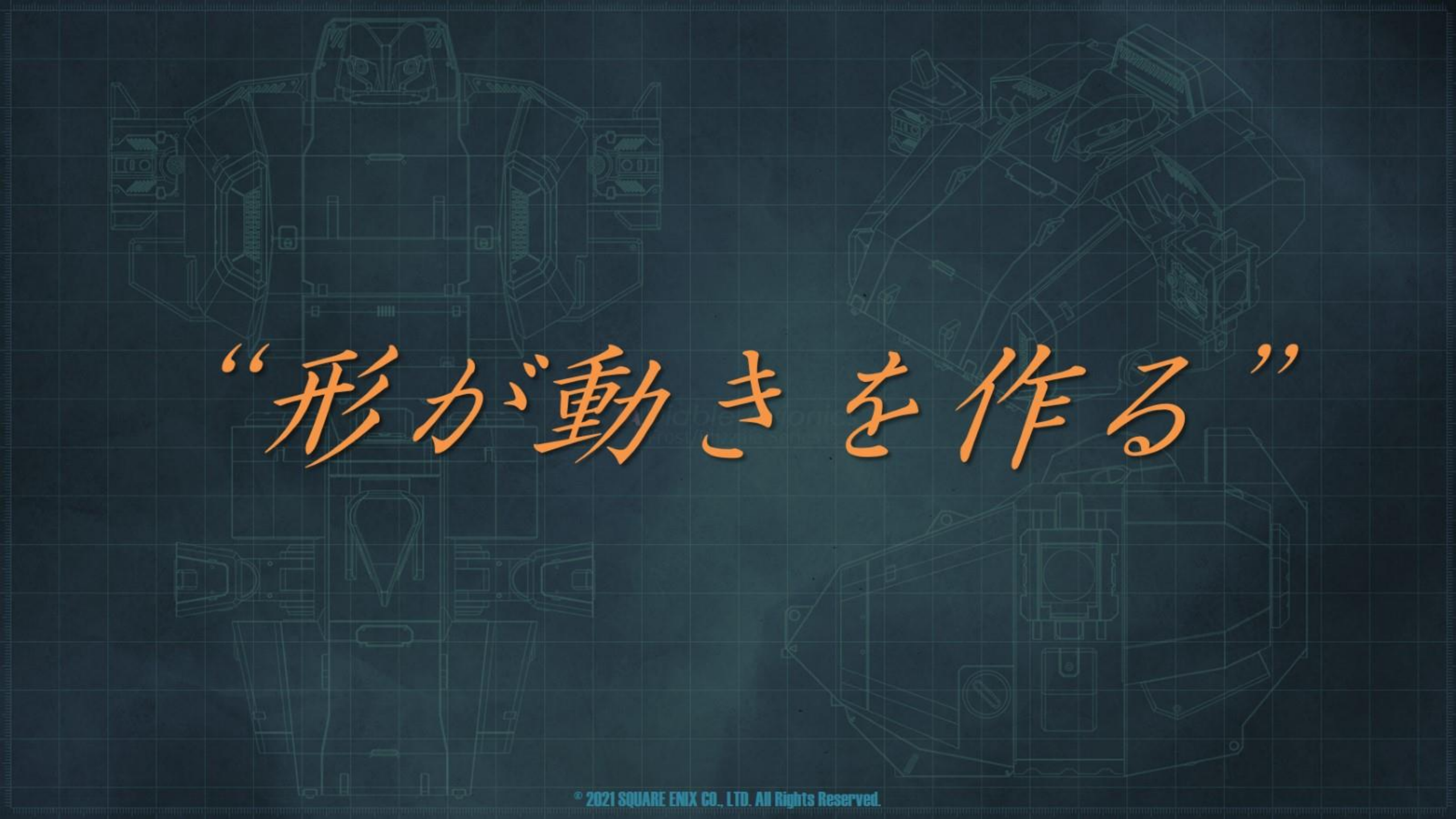
- アニメーションアセットを用いたアニメーションシステム
- 様々なモデルにアニメーションを適用しようとするとな複数の要素が障害となる
 - 関節構造の違い
 - モデルのコリジョンの違い
 - 環境の違い



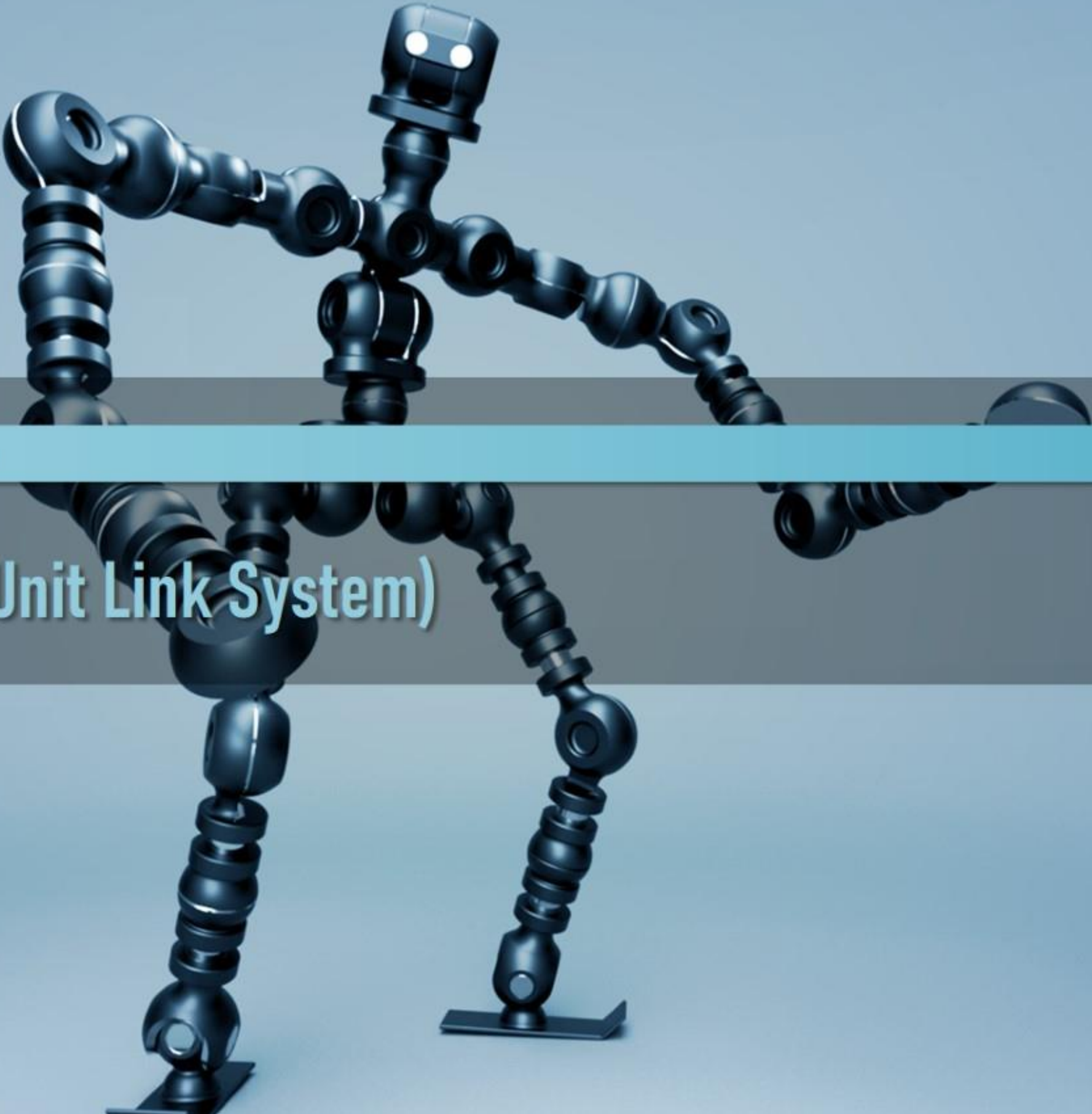
従来のプロシージャルアニメーション

- ・従来のプロシージャルアニメーションはアニメーションを変形させ、地形に沿った姿勢を作る
- ・アニメーションアセットがあることが前提であり、関節構造の違い等の問題は解決できない



The background features faint, light-blue technical line art of mechanical components, possibly from a mecha or industrial machine, overlaid on a dark blue grid. The components include various joints, pistons, and structural frames.

“形が動きを作る”



Real-Time Full Procedural Animation

MULS (Multi Unit Link System)

MULS (Multi Unit Link System)

- ・アニメーションアセットを必要としない
- ・様々なロボットモデルに適用可能
- ・様々な地形に対応



モデルの関節構造からアニメーションを生成

MULS (Multi Unit Link System)

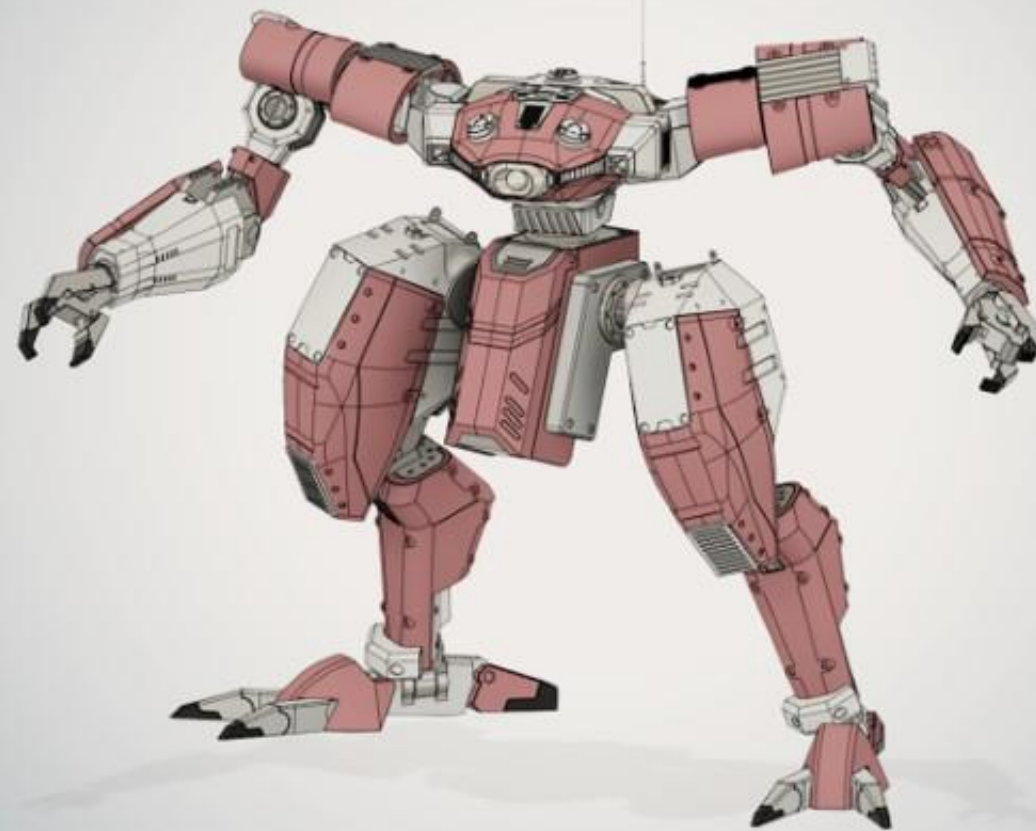
- モデリング作業でのメリット
 - No Bone
 - No Skinning
 - No Rigging
 - No Animation



MULS (Multi Unit Link System)

- モデリング作業でのメリット

- ~~No Bone~~
- ~~No Skinning~~
- No Rigging
- No Animation



MULS Demo

[Link to Movie](#)



MULS's Animation

- Walk
- Aim
- Search
- Look At
- Look Around
- Idle
- etc.



Mech Model

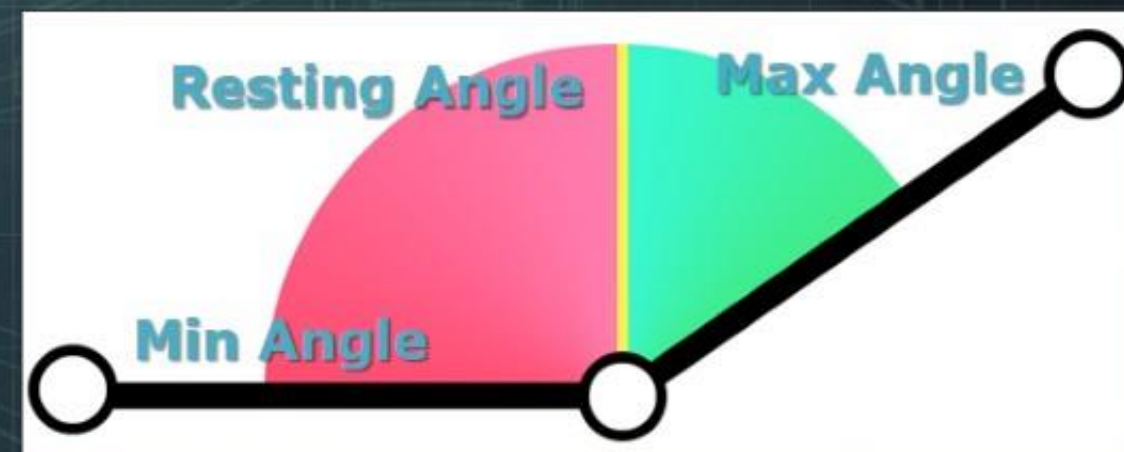
使用したモデル

- ・ 胴体、右腕、左腕、脚部からなるロボット
- ・ パーツは交換可能
- ・ 各関節は1軸のみ回転
- ・ 各関節は最大角度と最小角度を持つ



Joints Status

- Joint Indicator GUI
 - 関節構造
 - 関節の動き
 - 関節の回転軸
 - 角度制限に引っかかっているか
 - 現在の角度がRestingAngleより大きい小さいか



アニメーションデータ

- ・アニメーションデータ ≠ アニメーションアセット
- ・アニメーションデータ = アニメーションパラメータ
 - ・歩行時の歩幅
 - ・エイム時のアニメーション時間
 - ・索敵時の回転角度
 - ・etc.



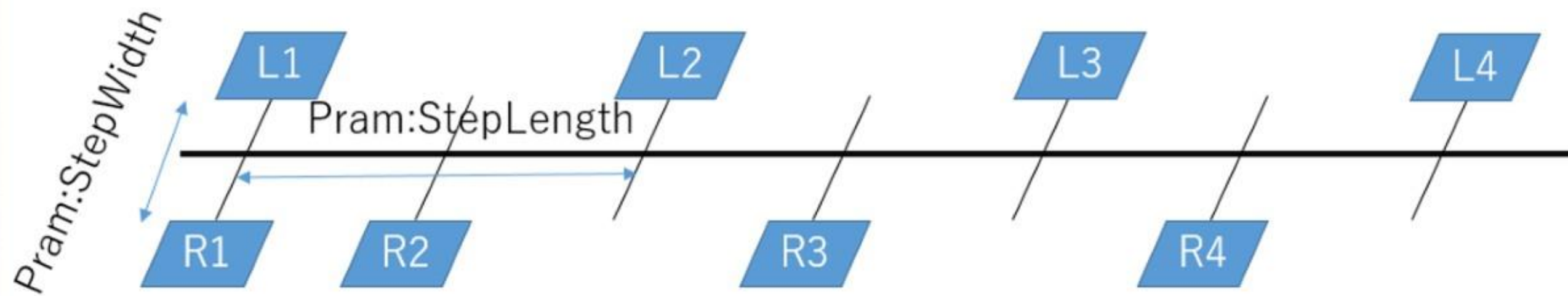
A mecha robot is shown from a high-angle perspective in a desert environment. The ground is sandy and covered with numerous small, colorful square markers (purple, blue, green, yellow) used for motion capture. The robot's legs and lower body are visible, and its shadow is cast onto the ground. A semi-transparent blue banner is positioned across the middle of the image, containing the text "Walk Animation".

Walk Animation

Walk Animation

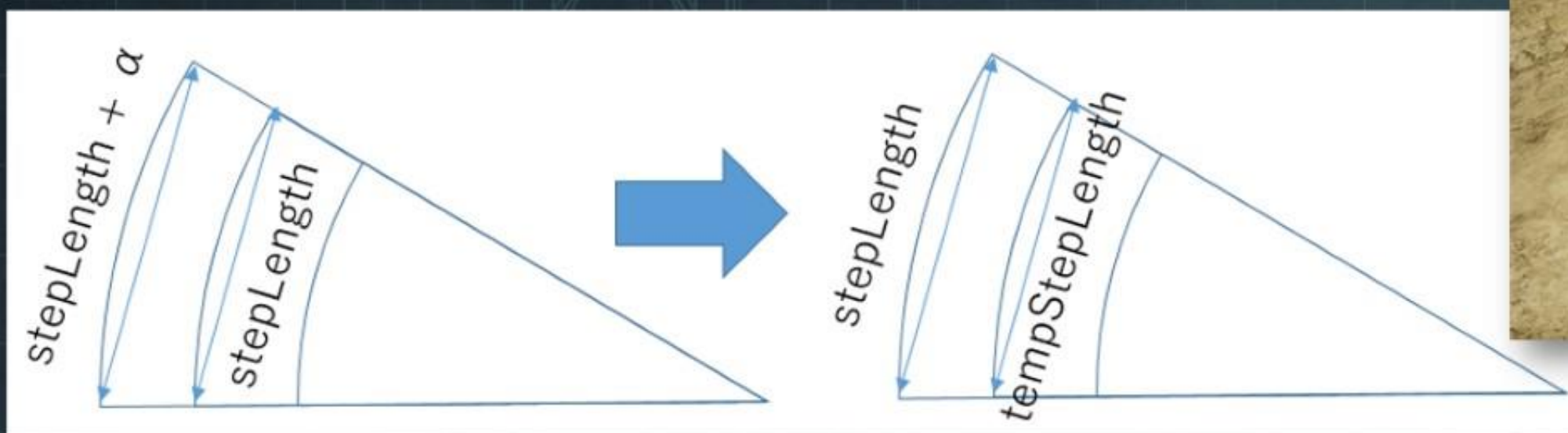
Footstepの生成:

- ・ 歩幅の半分毎にコースに沿ってポイントを記録
- ・ 記録したポイントから垂線を引き、歩隔の半分の距離に生成



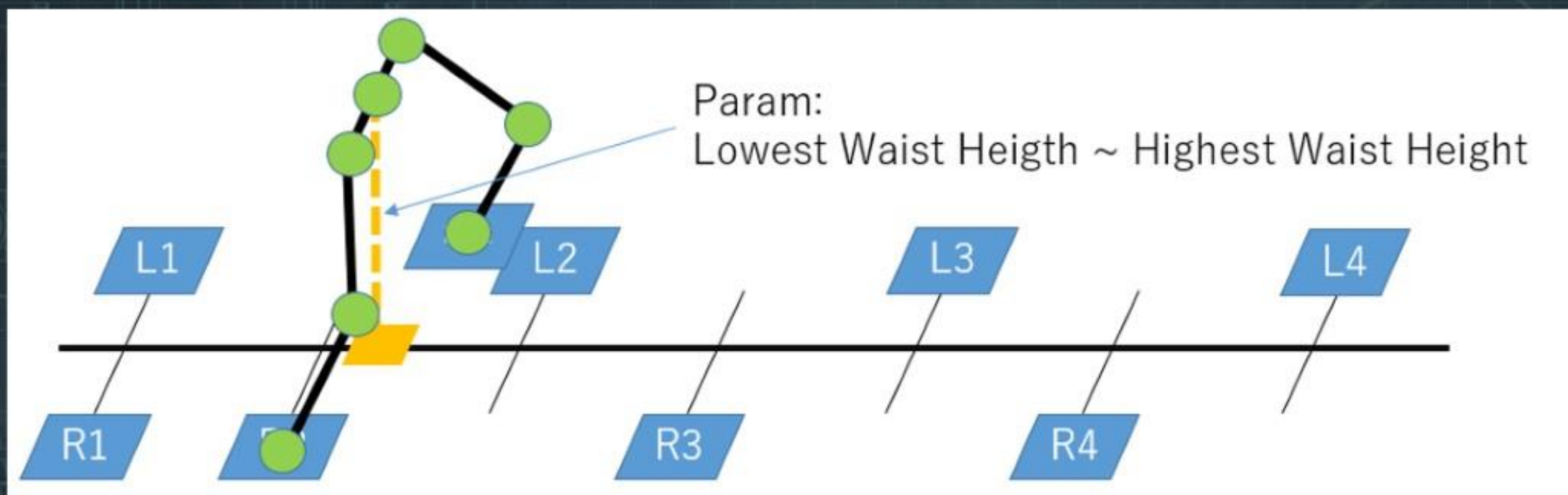
Walk Animation

- 歩行コースが曲がっている場合、歩幅を調整し外側の足の歩幅がパラメータ定義の歩幅を超えないように調整します



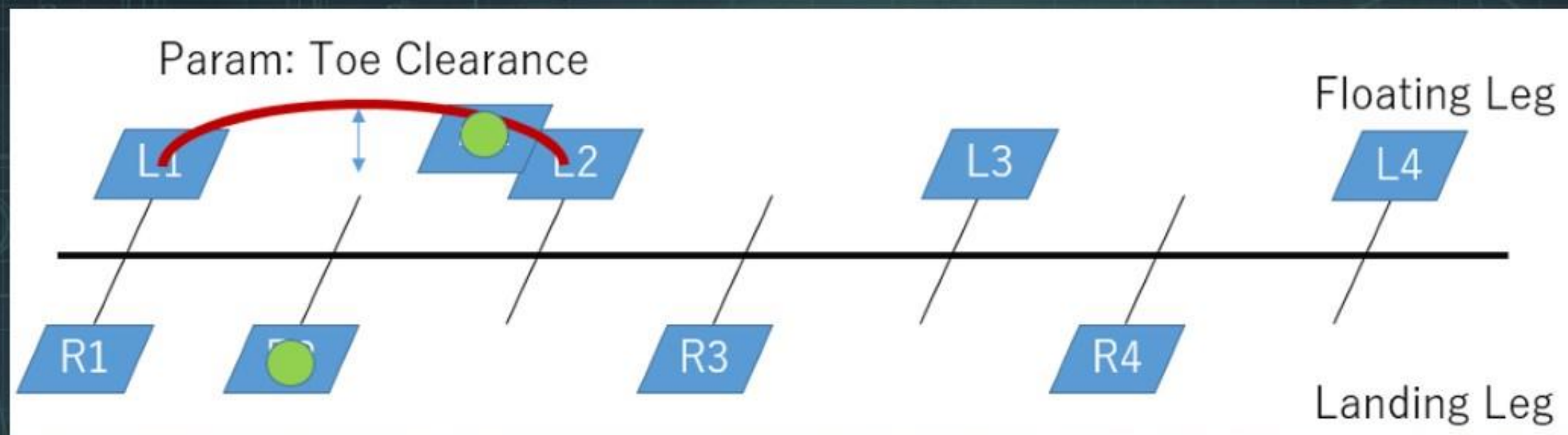
Walk Animation

- 両足についてIKターゲットと足が一致するようにCCDIKで制御
 - IKターゲット: 足の動きの軌跡そのもの
- 腰の位置は両足のIKターゲットの中間の位置上としている
- 腰の高さはパラメータで定義した範囲で上下する



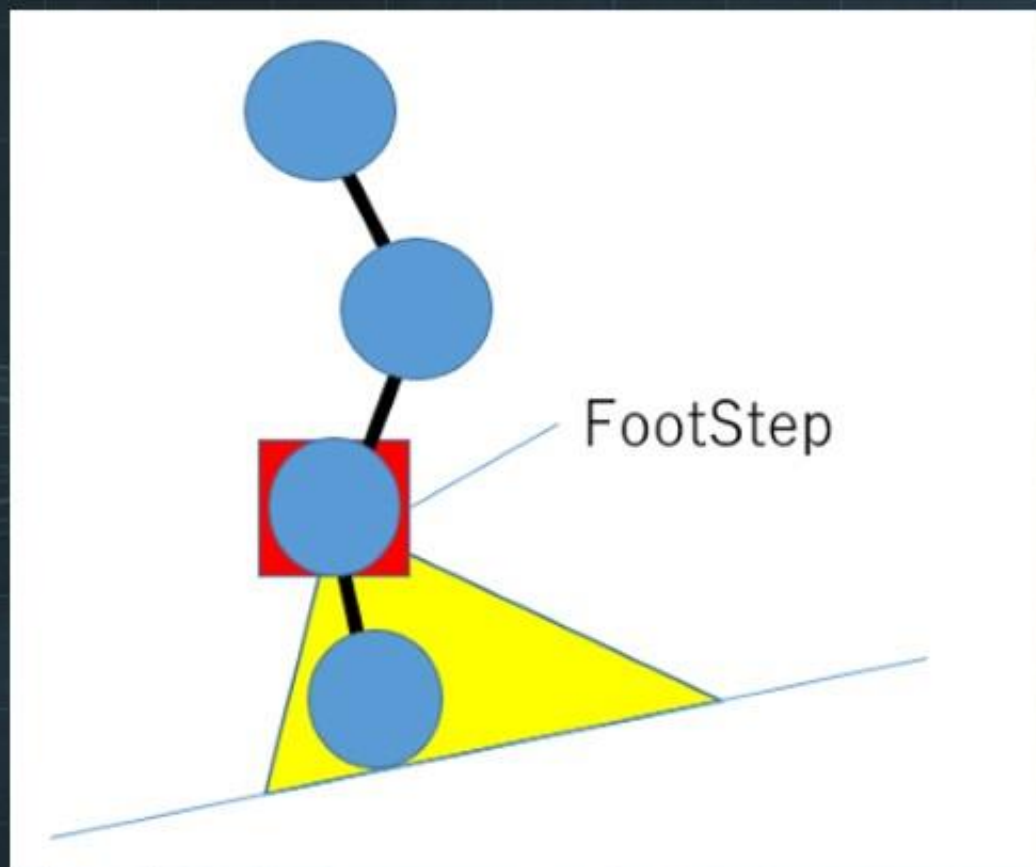
Walk Animation

- ・ 着地している足のIKターゲットはFootStepと同じ位置となる
- ・ 浮いている足のIKターゲットはフットステップ間を結ぶ楕円軌道を描く
 - ・ 楕円軌道は[StepLength] と [Toe Clearance]によって決定



Walk Animation

- ・足を地形に合わせて、FootStepは地面から離れている
- ・アニメーション時はターゲットと足首を合わせている

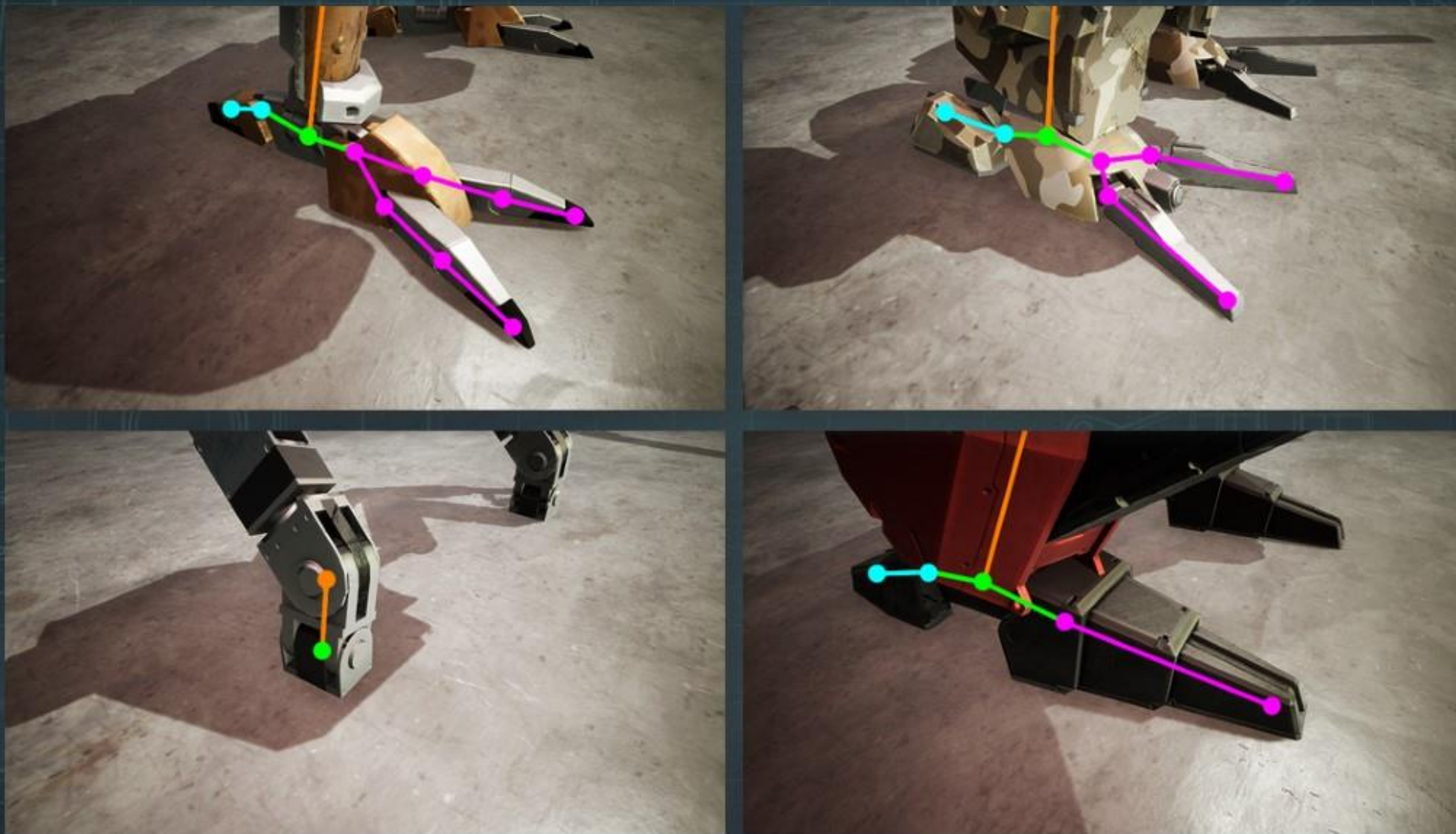


Walk Animation

- ・ 様々な足の形が考えられる



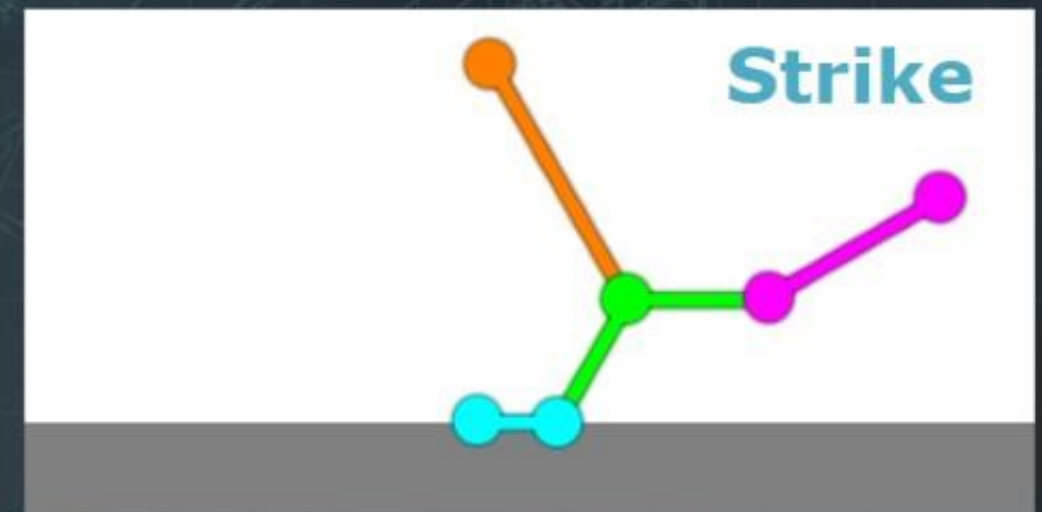
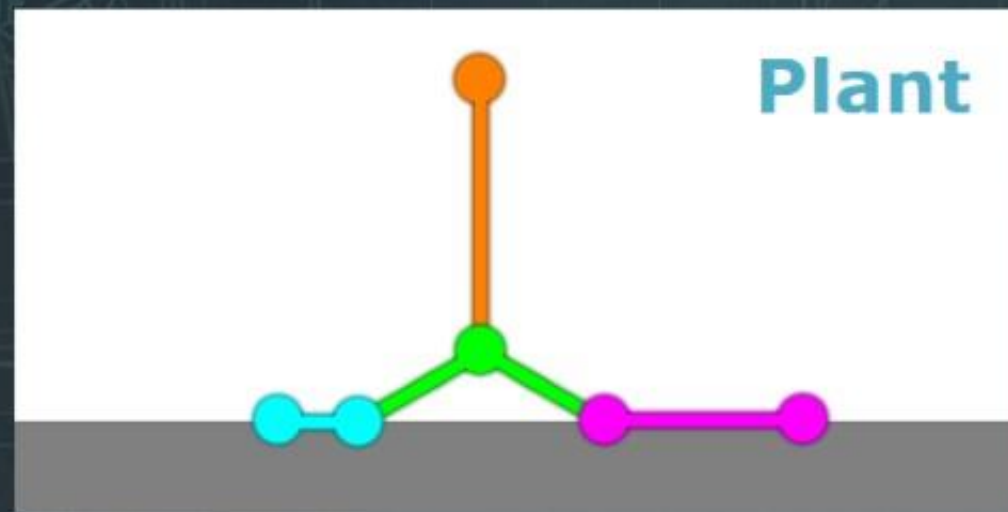
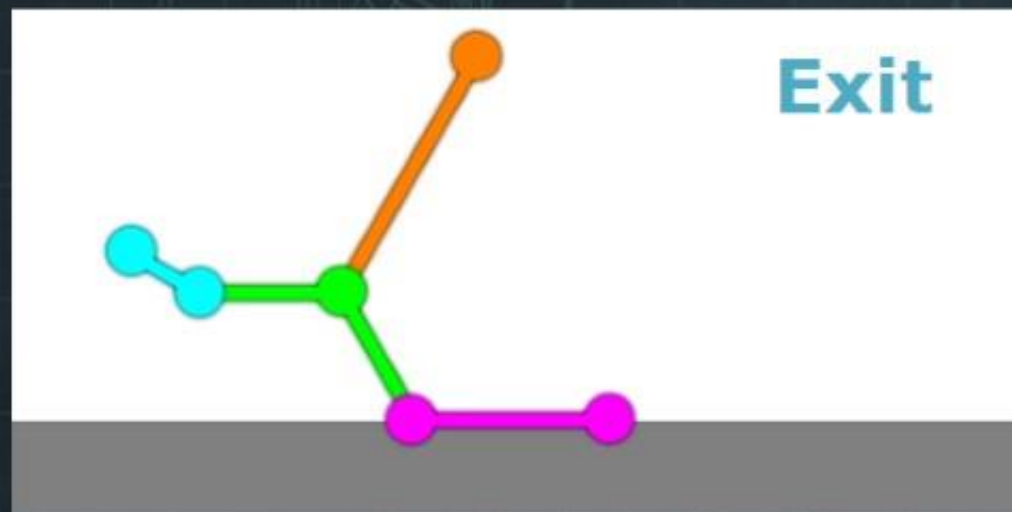
Walk Animation



- Ankle
- Toe
- Heel

Walk Animation

- Foot Controller



- Ankle
- Toe
- Heel

Walk Animation

- Foot Control



Walk Cycle Status

- ・ 歩行サイクル
- ・ 現在の足の姿勢
 - ・ Exit
 - ・ Plant
 - ・ Heel



Walk Animation

[Link to Movie](#)



Aim Animation



Aim Animation

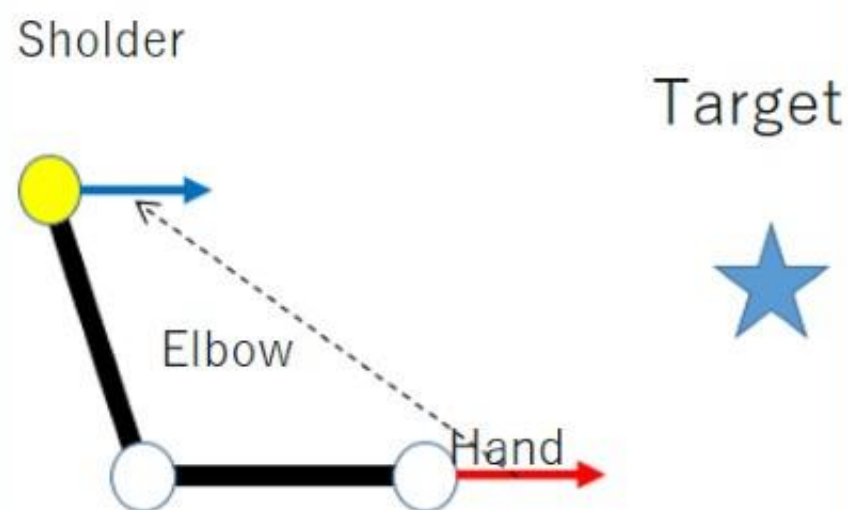
- ・ エイムアニメーションはStartPose と GoalPoseのポーズブレンディングで実装



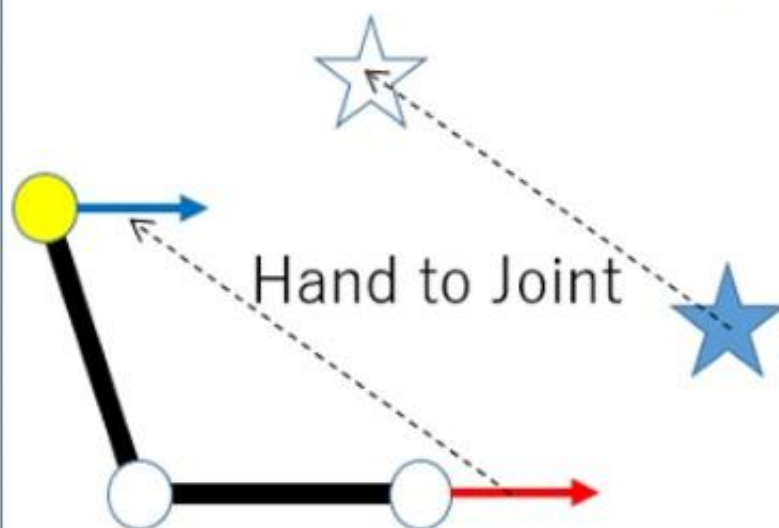
Aim Animation

- CCDIKをベースとしたAimIKを開発
- 処理を繰り返すことにより回転させる関節から離れたものをターゲットに向けることができる

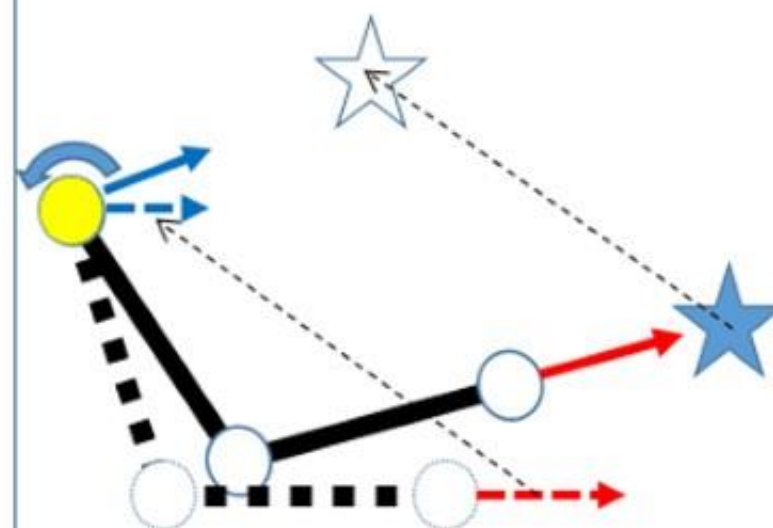
1. Give HandDirection to Joint



2. Set VirtualTarget
Virtual Target



3. Rotate Joint's HandDirection to VirtualTarget



Aim Animation

- AimIkでは狙えない場合がある



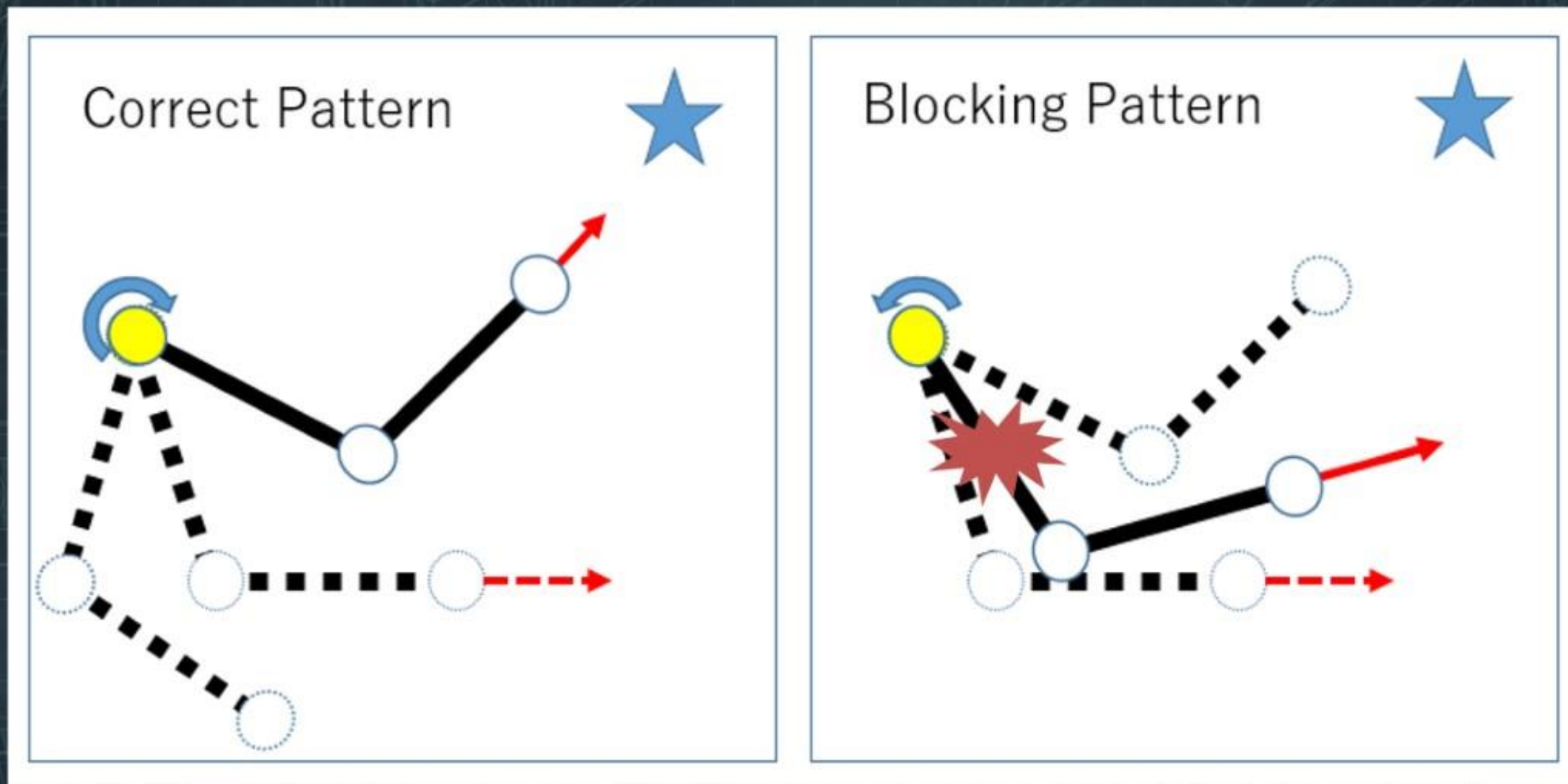
Failed to Aim



Correct Pose

Aim Animation

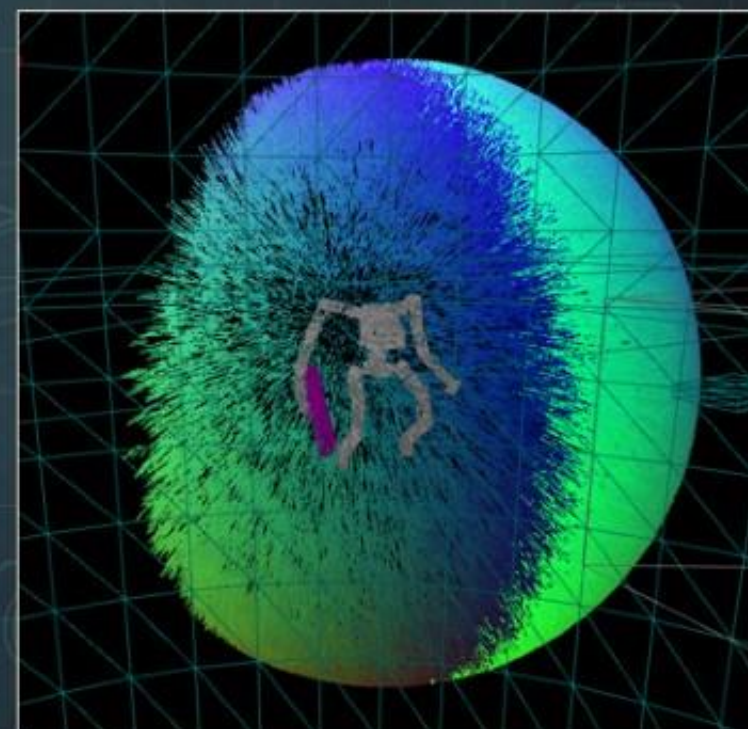
- Problem of Blocking



Aim Animation

- AimDataBase: 腕の各関節を一定角度ずらした時のAimDataを保存
 - AimData: 手の方向, 手の位置, その時の各関節の角度
- アニメーション前にこのデータベースから最もターゲットに近いデータを探索し、その時の姿勢をAimIKの計算開始姿勢とする

	Theta	Phi	X	Z	Pose
15013	2.020304	0.320020	-291.011213	433.001001	(0.000000,44.999996,20.000002,0.000000,-35.000000,0.000000,0.000000)
15080	2.139628	1.079970	-298.499146	446.955170	(0.000000,44.999996,20.000002,0.000000,-24.999979,0.000000,0.000000)
15081	2.240073	1.255487	-313.750427	431.703949	(0.000000,44.999996,20.000002,0.000000,-14.999996,0.000000,0.000000)
15082	2.323121	1.458384	-387.703217	357.751160	(0.000000,44.999996,20.000002,0.000000,-4.999999,0.000000,0.000000)
15083	2.356195	1.570796	-236648208.000000	-236647552.000000	(0.000000,44.999996,20.000002,0.000000,0.000000,0.000000,0.000000)
15084	1.209429	0.387596	-271.610046	477.696930	(0.000000,44.999996,30.000000,-44.999996,-44.999996,0.000000,0.000000)
15085	1.343448	0.504545	-269.951569	479.355347	(0.000000,44.999996,30.000000,-44.999996,-35.000000,0.000000,0.000000)
15086	1.480286	0.614360	-268.186707	481.120239	(0.000000,44.999996,30.000000,-44.999996,-24.999979,0.000000,0.000000)
15087	1.618181	0.721460	-266.179718	483.127197	(0.000000,44.999996,30.000000,-44.999996,-14.999996,0.000000,0.000000)
15088	1.755527	0.829971	-263.717834	485.589081	(0.000000,44.999996,30.000000,-44.999996,-4.999999,0.000000,0.000000)
15089	1.823476	0.886077	-262.204468	487.102448	(0.000000,44.999996,30.000000,-44.999996,0.000000,0.000000,0.000000)
15090	1.343449	0.504545	-273.753967	475.552979	(0.000000,44.999996,30.000000,-35.000000,-44.999996,0.000000,0.000000)
15091	1.480286	0.614360	-272.691711	476.615204	(0.000000,44.999996,30.000000,-35.000000,-35.000000,0.000000,0.000000)
15092	1.618181	0.721459	-271.483826	477.823120	(0.000000,44.999996,30.000000,-35.000000,-24.999979,0.000000,0.000000)
15093	1.755527	0.829971	-270.002075	479.304871	(0.000000,44.999996,30.000000,-35.000000,-14.999996,0.000000,0.000000)
15094	1.890637	0.944177	-268.005707	481.301239	(0.000000,44.999996,30.000000,-35.000000,-4.999999,0.000000,0.000000)
15095	1.956745	1.004901	-266.667542	482.639435	(0.000000,44.999996,30.000000,-35.000000,0.000000,0.000000,0.000000)
15096	1.480286	0.614360	-276.676636	472.630280	(0.000000,44.999996,30.000000,-24.999979,-44.999996,0.000000,0.000000)



Aim Animation

[Link to Movie](#)



A surreal landscape with a bright sun in the upper left corner. A solid blue horizontal bar spans the width of the image. In the center, a large, dark, jagged structure resembling a giant's foot or a giant's head is visible. The ground is a mix of brown and tan, with some darker patches. The sky is a pale, hazy blue.

Summary

実装について

- FullProceduralAnimationはあらゆるパーツの組み合わせのロボットでも対応できるよう開発
- 歩行アニメーションはFootStepによって足の位置を定め、CCDIKによって関節を制御することで実現
- エイムアニメーションはデータベースから大まかな姿勢を探索し、AimIKで調整することで実現

課題

- ・ メモリ, CPU コスト
 - ・ 歩行時に毎フレームCCDIK処理を行っている
 - ・ 歩行時やFootStep生成時に行っているRayCast
 - ・ 腕の関節が多くなっている時のAimDataBase

課題

- 姿勢を選択できない
 - 関節の回転角度範囲が広いモデルでは、おかしい姿勢をとる場合がある
 - エイムアニメーション時に銃の傾きが制御できない

展望

- ・ 姿勢評価システム
 - ・ 姿勢のスコアリング
 - ・ 姿勢の選択

- ・ 人型でないロボットモデルへの対応

- ・ 4つ足
- ・ 固定腕
- ・ etc.



Summary

- ・ 本プロジェクトでは既存技術を応用し、様々なロボットモデルに対応したFullProceduralAnimationシステムの開発を行った
- ・ 開発したMULSは関節構造からアニメーションを生成し、あらゆるロボットでのアニメーションを実現した
- ・ しかし残された課題は多く、今後は課題の解決と既存機能の拡張をおこなっていく



Thank you for watching!

Related Session

Tuesday, July 20 2:00pm - 2:30pm

GDC

AI Summit

Advanced Real-Time Hierarchical Task Networks A New Approach

Tomohiro Mori

AI Engineer : SquareEnix
moritomo@square-enix.com

Kousuke Namiki

Senior AI Engineer : SquareEnix
namikous@square-enix.com

GAME DEVELOPERS CONFERENCE | July 19-23, 2021

© 2021 SQUARE ENIX CO., LTD. All Rights Reserved.

From Design: Full Procedural Animations for Mechs

Tomohiro Mori

AI Engineer
SQUARE ENIX CO., LTD.
moritomo@square-enix.com

Kousuke Namiki

Senior AI Engineer
SQUARE ENIX CO., LTD.
namikous@square-enix.com