

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5578635号  
(P5578635)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014. 8. 27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014. 7. 18)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 3 H 11/18 (2006. 01)  
B 2 5 J 5/00 (2006. 01)  
B 2 5 J 17/00 (2006. 01)  
A 6 3 H 3/46 (2006. 01)  
A 6 3 H 13/02 (2006. 01)

A 6 3 H 11/18 B  
B 2 5 J 5/00 C  
B 2 5 J 17/00 Z  
A 6 3 H 3/46 Z  
A 6 3 H 13/02 Z

請求項の数 10 (全 101 頁)

(21) 出願番号 特願2013-230699 (P2013-230699)  
(22) 出願日 平成25年11月6日(2013. 11. 6)  
審査請求日 平成26年3月12日(2014. 3. 12)  
(31) 優先権主張番号 特願2012-264293 (P2012-264293)  
(32) 優先日 平成24年12月3日(2012. 12. 3)  
(33) 優先権主張国 日本国(JP)  
(31) 優先権主張番号 特願2013-28648 (P2013-28648)  
(32) 優先日 平成25年2月18日(2013. 2. 18)  
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 712013143  
澤井 豊  
富山県富山市開1 6 6番地  
(74) 代理人 110001519  
特許業務法人太陽国際特許事務所  
(72) 発明者 澤井豊  
富山県富山市開1 6 6  
審査官 櫻井 茂樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自然動物の運動を表現するためのリンク機構及び人工動物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数)、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数)、及び、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) を、連結した  $N$  個 ( $N = 1$  以上の整数) のリンク要素を有し、

前記複数のリンク要素は、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とで連結され、

前記ジョイント 1 は、支点 1 に連結されて、前記支点 1 を中心とする周回軌道上を周回可能に配置され、

前記ジョイント 1 は、前記支点 1 との相互の位置関係を変動可能に配置される可動支点 2 を介して、前記ジョイント 1 に連結され、

前記ジョイント 1 と前記ジョイント 1 とは、前記可動支点 2 を中心とする周回軌道上を相互の位置関係を一定に保持して周回可能に配置される、

自然動物の運動を表現するためのリンク機構。

【請求項 2】

ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数)、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、及び、前記ジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、を連結して、一辺を有しない四辺形状の定形に保持される  $N$  個 ( $N = 1$  以上の整数)

のリンク要素を有し、

ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とは、連結され、

前記ジョイント  $1$  は、支点  $1$  に連結されて、前記支点  $1$  を中心とする周回軌道上を周回可能に配置され、

前記ジョイント  $1$  は、前記支点  $1$  との相互の位置関係を変動可能に配置される可動支点  $2$  を介して、前記ジョイント  $1$  に連結され、

前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  とは、前記可動支点  $2$  を中心とする周回軌道上を相互の位置関係を一定に保持して周回可能に配置される、

自然動物の運動を表現するためのリンク機構。

10

#### 【請求項 3】

ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数)、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、及び、前記ジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、を連結して、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とを連結する軸線を介して、前記ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とが相互に逆側に位置する定形に保持される  $N$  個 ( $N = 1$  以上の整数) のリンク要素を有し、

ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とは、連結され、

20

前記ジョイント  $1$  は、支点  $1$  に連結されて、前記支点  $1$  を中心とする周回軌道上を周回可能に配置され、

前記ジョイント  $1$  は、前記支点  $1$  との相互の位置関係を変動可能に配置される可動支点  $2$  を介して、前記ジョイント  $1$  に連結され、

前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  とは、前記可動支点  $2$  を中心とする周回軌道上を相互の位置関係を一定に保持して周回可能に配置される、

自然動物の運動を表現するためのリンク機構。

#### 【請求項 4】

前記可動支点  $2$  は、前記支点  $1$  との相互の位置関係を一定に保持して配置される支点  $3$  に連結され、前記支点  $3$  を中心とする周回軌道上を周回可能に配置される、

30

請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項記載のリンク機構。

#### 【請求項 5】

前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  とを結ぶ仮想線上に前記支点  $1$  がある条件下で、前記ジョイント  $1$  と前記可動支点  $2$  とを結ぶ仮想線が、前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  とを結ぶ仮想線と交差する、

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項記載のリンク機構。

#### 【請求項 6】

前記ジョイント  $1$ 、前記ジョイント  $1$  及び前記支点  $1$  が一の仮想直線上に整列する条件下で、前記ジョイント  $1$  と前記可動支点  $2$  とを結ぶ仮想線が、前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  とを結ぶ仮想線と交差する、

40

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項記載のリンク機構。

#### 【請求項 7】

前記ジョイント  $1$  と前記可動支点  $2$  を結ぶ仮想線が、前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  を結ぶ仮想線のほぼ中間点と交差する、

請求項 5 又は請求項 6 のリンク機構。

#### 【請求項 8】

前記ジョイント  $1$  を前記支点  $1$  を中心とする周回軌道上を周回させることにより、前記ジョイント  $1$  と前記ジョイント  $1$  とが、前記可動支点  $2$  を中心とする同一の周回軌道上のそれぞれ一部を往復動するように配置される、

請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項記載のリンク機構。

50

## 【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 に係るリンク機構のいずれか 1 つのリンク機構を使用してなる、人工動物。

## 【請求項 10】

請求項 1 ～ 8 に係るリンク機構のうち、少なくとも 2 つ以上リンク機構を組み合わせて使用してなる、人工動物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、自然動物の運動を表現するためのリンク機構及び人工動物に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

非特許文献 1 ～ 非特許文献 8 に、動物の随意運動の原理に関する機械機構の、過去の幾多の研究内容が記載されている。

## 【0003】

18 世紀に開発された動物の運動機構

1733 年の Mail l a r d によるオートマタ

・車椅子を牽引する人工馬

・ヴェルサイユ宮殿の水路でゴンドラを牽引する人工海馬

・人工の泳ぐ白鳥とその改良

V o n H a m e l による馬オートマタ

1772 年の C o x の時計展覧会での歩く象のメカニズム

(以上是非特許文献 1 : LE MONDE DES AUTOMATES Chapitre XIX Les Animaux Mecaniques p.144-149)

## 【0004】

19 世紀、世界中で大勢のオートマタ製作者達の手によって機械機構による自然動物の運動表現が研究開発された。出来上がった成果は次の世代へと受け継がれ改良されていった。

19 世紀に開発された機械歩行メカニズム :

1830 年頃、ロンドンでジュネーヴの C h . B R U G U I E R によって制作された歩く魔女のアンドロイド。

1862 年にロンドンの A l f r e d N E W T O N による発明特許の歩く若い娘のアンドロイド。その原理を元にした改良版レプリカ。

1891 - 1893 年にアメリカの G e o r g e M O O R E 教授の発明した蒸気人オートマタ。

(以上是非特許文献 1 : L E M O N D E D E S A U T O M A T E S C h a p i t r e X X I I I L e s A u t o m a t e s e t A n d r o i d e s M a r c h a n t s p . 2 2 0 - 2 2 4 )

## 【0005】

また非特許文献 2 ～ 非特許文献 6 には以下が記載されている。1867 年の W . F . G O O D W I N の発明特許である歩く馬のアンドロイド。

1868 年の W . F . G O O D W I N の発明特許である歩く人のアンドロイド。

1878 年の A . J . D A V I S の発明特許である歩く馬のアンドロイド。

1893 年の L . A . R I G G の発明特許の歩く馬のアンドロイド。

## 【0006】

21 世紀 : 2006、2007 年のサント・クロワのフランソワ・ジュノーと、レガネス自治体によるスペイン・プロジェクトとで制作したアンドロイド (老婆、サッカーボールで遊ぶ少年と少女、馬)

## 【0007】

10

20

30

40

50

また、特許文献 1 には、四本足の乗り物に関する発明が記載されている。この乗り物は、従来、車輪で実現していた部分を二本の棒で実現するというものである。しかし、このままでは、動物に例えると膝の部分までしか動きを実現できず、さまざまな随意運動を表現するのは難しい。

【 0 0 0 8 】

さらに、特許文献 2 には、骨盤と太ももの関節をつなぐ股関節に、もう一つの関節肢を追加するという発明が記載されている。このアイデア自体は、ボストン・ダイナミックスの二足歩行ロボットでも使われており、現在はありふれた技術である。この特許文献 2 では動きの説明に関して、古典的なチェビシェフのリンク機構について触れている。チェビシェフのリンク機構は、従動リンクには支点の他に作用点が一点しか無いので、関節数を増やすことができない。これだけでは、上腕・前腕・手といった、複数の関節で構成される、動物の四肢の表現はできない。

10

【 0 0 0 9 】

さらに、特許文献 3 は、サスペンションのデザインに関する発明で、地面に脚がついた時に、股関節と膝の部分にサスペンションを取り付けることでショックを和らげるというものである。動きについての新しい考察は特に無く、電氣的、磁氣的に動かすという言及にとどまっている。

【 0 0 1 0 】

特許文献 4 と、これより前にテオ・ヤンセンが世界で発表したリンク機構も、共に、前後の脚（上肢と下肢）の構造がシンメトリになっているが、自然界にこのような四肢形態の動物はいない。

20

【 0 0 1 1 】

従動リンクの作用点が二点あると、複数の関節肢を持つことが可能である。これに該当する、この特許文献 4 にあるリンク機構は、従動リンクの支点と二点の作用点が直線上に並んでいる。しかし、この形態は、1867 年に W . F . G o o d w i n に、歩行する馬のオートマタの脚で既に発明されている。1868 年に W . F . G o o d w i n は、この直線上にあった従動リンク三点を V 型に配置することで、人の歩行を表現する機構を発明した。フランソワ・ジュノーは、2006 年のスペイン・プロジェクトで、歩く馬のオートマタの後脚を開発する上で、W . F . G o o d w i n のモデルを踏襲しつつ、上記の V 型の従動リンクの支点を駆動リンクで動かし、更に別の従動リンク一点を追加して全体を動かすことに成功した。神技的に高度な技法を示した。

30

【 0 0 1 2 】

レオナルド・ダ・ビンチは 1485 年に鳥の羽ばたきを研究しメカニズムを図面に描き残した。科学都市産業博物館（シテ・デ・シオンズ）で公開された、ダ・ビンチの図面を元に実際に動くように補完して製作された羽ばたき機では、直線上に並んだ二点の作用点を持つ従動リンクを複数の可変ジョイントを経て駆動リンクに繋がっている。簡単には説明ができない複雑なリンクである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 3 】

40

【特許文献 1】特開平 9 - 1 3 2 1 1 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 1 4 4 5 8 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 1 0 3 2 5 3 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 5 - 1 4 4 5 8 1 号公報

【非特許文献】

【 0 0 1 4 】

【非特許文献 1】アルフレッド・シャピユイ、エドワール・ジュリ（A l f r e d C H A P U I S、E d o u a r d G E L I S）共著「オートマタの世界 歴史と技術の研究（LE MONDE DES AUTOMATES ETUDE HISTORIQUE ET TECHNIQUE）エドモン・アロクール序文 二巻（P R E F A C E d e M . E

50

dmond HARAUCOURT TOME SECOND)」スラトキン・ジュネーヴ (Slatkine GENEVE) 出版 1984 年 Paris 出版 1928 年の再版

【非特許文献 2】W. F. Goodwin Automatic Toy、Patented Aug. 25、1868. No. 81、491.

【非特許文献 3】W. F. Goodwin Automatic Toy、Patented Jan. 22、1867. No. 61、416.

【非特許文献 4】A. J. DAVIS. Automatic Toy、Patented Oct. 29、1878. No. 209、468.

【非特許文献 5】L. A. RYGG. MECHANICAL HORSE. Patented Feb. 14、1893. No. 491、927

10

【非特許文献 6】Prof. George Moore. Steam Man. 1891 - 1893 (Canadian/American)

【非特許文献 7】アブラアン＝ルイ・ブレゲ (Abraham-Louis Breguet) - 動物の能力と随意運動の原理についてのエッセイ (Essai sur la force animale et sur le principe du mouvement volontaire) - パリにて (A Paris)、フィルマン・ディドの印刷 (de l'imprimerie de firmin didot)、1811 年

【非特許文献 8】Leonardo da Vinci、Ornithopter、1485 年

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

以上の過去に開発されたさまざまな歩行機構の研究は、その後、走行や飛行、水泳といった自然動物全体の運動 (随意運動) を表現する発展には至らなかった。

【0016】

例えば、特許文献 4 で示されたものを代表とするこれまでに開発された各機構全てを総括すると、一般的にこれらの構造に置いて、従動リンクと駆動リンクの位置との相関関係が悪く、振幅が小さく、振りの左右のバランスの悪い歩行しか表現できない。

【0017】

進歩を改善するために、これまでの開発アプローチを変える必要がある。全体の運動を汎用的に司るような、根本的な自然現象を表現する機械機構を見つけ出せれば、それを元にして自然に忠実な動物の運動を表現することができる。

30

【0018】

本発明は、以上の従来技術における問題に鑑み、自然現象を直截的に表現するコンパクトな機械構造の基本原則を解明し、その機構を元に、自然動物の運動を表現するためのリンク機構及び人工動物を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

すなわち、本発明のリンク機構は、自然動物の運動を表現するための拘束条件を元にして配置することを特徴とする。このリンク機構を用いて、自然動物の運動を実現する人工動物を作成することができる。

40

【0020】

自然動物の胴体、腕、脚の構造は全ての動物で共通しており、それら全ては、前述した基本的な配置条件を拘束条件として組み立てられている。個別の動物個体における右前脚の開始角度は何度で、左前足は何度で等は個体毎の生存条件との関係で多様なばらつきがあり、その点に関しては本発明とは関係の無いところである。

【0021】

本機構は、ダイヤモンド、菱形、マッチ箱等、見た人によって口々に色んな表現が為される基本的な配置条件を拘束条件として採用する。

この配置条件では従動リンクの支点と、駆動リンクの支点の位置の相関関係によって自

50

然なバランスを実現することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明によって、ある一定の配置条件を指定することによって、左右のバランスが取れ、振幅を大きくすることが可能になり、走行を始めとした森羅万象の動きを表現することが可能になった。

【 0 0 2 3 】

自然が動物の動作に与える 2 つの賜物は、乱流と渦と呼ばれる流体现象である。カンブリア紀に海中で誕生した最古の脊索動物であるハイコウイクチスは、この自然現象から推進力を得るために自らの姿を最適化した。この自然の恩恵と、動物の運動（随意運動）のこの自然現象へのマッチムーブにより、動物は流れの方向に対して莫大な推進力を生み出すことができるようになった。例えば、魚類のニジマスは川の急流の中を、重力に抗して、流体中をさかのぼって登ることができる。

10

【 0 0 2 4 】

この流体中を運動する場合に、物体の後ろに発生する乱流現象において、流れの速が大きくなり、流体の中を移動する物体への抵抗が増すに連れて、物体の後ろの流体の形状は変化する。この乱流現象は、双子渦からカルマン渦列となり乱流となって消滅し、カルマン渦列が再発生するというようにその形状は変化していく。この流体中を運動する物体が受ける抗力を表した数値をレイノルズ数と称している。このレイノルズ数は物体の大きさ、物体の粘性と流れの速さで決まる。

【 0 0 2 5 】

20

海中に住んでいた動物は、その後、長い年月を経て陸地に上がった後、骨格や関節肢に四肢を形成するに至った。動物の四肢のうち上肢は、上腕、前腕、手から形成される。下肢は、上脚、前脚、足から形成される。動物の胴体は、頭部、胸部、肋骨を経て尾によって形成される。海中、大気中共に、胴体と四肢は、運動（随意運動）中に、形態をジグザグの波の形を形成することで、物体が自然の流体中を運動する場合に、物体の後ろに発生する乱流現象のカルマン渦列を踏み台のように捉えることで推進力を得る。

【 0 0 2 6 】

本発明は、この自然現象を直截的に表現するコンパクトな機械機構の基本原則を解明し、これによって得られる第 1 の態様と第 2 の態様を元に自然動物の運動を表現する例を提供する。

30

【 0 0 2 7 】

本発明では、過去に考案された歩行機構の機械要素を元に、基本原則に基づきシンメトリと中心とを意識しながら機構を再配置した結果、機構の配置の最適化が成し遂げられた。

一般に、動物の腕や脚の関節は、0 度（曲げてたたんだ状態）から 180 度（開いて伸ばした状態）まで変化する。一方、渦は、0 度から 360 度まで開く（変化する）。本発明者は、テレスコピック・サスペンション等で干渉する連結リンクを伸縮させることで、動物の関節を逆に曲げることも可能であり、0 度から 360 度まで変化させることができることに想到した。

【発明の効果】

40

【 0 0 2 8 】

本発明に係るリンク機構によって、単純な回転運動を、自然現象に基づいた動物の多様で自然な運動（随意運動）に変換することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 9 】

【図 1】乱流現象の、大きな流れによって基本発生する、カルマン渦列に適応する本発明の第 1 の態様のリンク機構を示し、上段（a）図にカルマン渦列画像と対比した場合の反時計回り、下段（b）に時計回りの図を示す。

【図 2】乱流現象の、大きな流れによって基本発生する、カルマン渦列に適応する本発明の第 1 の態様のリンク機構を示し、上段（a）図にカルマン渦列画像と対比した場合の反

50

10

20

30

40

50

2の態様のリンク機構を示し、上段(a)図に双子渦画像と対比した場合の反時計回り、下段(b)に時計回りの図を示す。

【図20】乱流現象の、小さな流れによって基本発生する、双子渦に適応する本発明の第2の態様のリンク機構を示し、上段(a)図に双子渦画像と対比した場合の反時計回り、下段(b)に時計回りの図を示す。

【図21】乱流現象の、小さな流れによって基本発生する、双子渦に適応する本発明の第2の態様のリンク機構を示し、上段(a)図に双子渦画像と対比した場合の反時計回り、下段(b)に時計回りの図を示す。

【図22】乱流現象の、小さな流れによって基本発生する、双子渦に適応する本発明の第2の態様のリンク機構を示し、上段(a)図に双子渦画像と対比した場合の反時計回り、下段(b)に時計回りの図を示す。

10

【図23】乱流現象の、小さな流れによって基本発生する、双子渦に適応する本発明の第2の態様のリンク機構を示し、上段(a)図に双子渦画像と対比した場合の反時計回り、下段(b)に時計回りの図を示す。

【図24】乱流現象の、小さな流れによって基本発生する、双子渦に適応する本発明の第2の態様のリンク機構を示し、上段(a)図に双子渦画像と対比した場合の反時計回り、下段(b)に時計回りの図を示す。

【図25】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図26】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

20

【図27】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図28】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図29】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図30】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図31】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

30

【図32】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図33】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図34】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図35】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

【図36】魚(アジ)の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の水泳状態を示す。

40

【図37】二足歩行動物(人)の胴体に本発明の第1の態様を適用し、腕と脚とに第2の態様を適用した場合の歩行状態を示し、(a)は全体側面図、腕、脚の外観透視図、(b)は対応するリンク機構の作動状態を示す。

【図38】二足歩行動物(人)の胴体に本発明の第1の態様を適用し、腕と脚とに第2の態様を適用した場合の歩行状態を示し、(a)は全体側面図、腕、脚の外観透視図、(b)は対応するリンク機構の作動状態を示す。

【図39】二足歩行動物(人)の胴体に本発明の第1の態様を適用し、腕と脚とに第2の態様を適用した場合の歩行状態を示し、(a)は全体側面図、腕、脚の外観透視図、(b)は対応するリンク機構の作動状態を示す。

50



【図 7 3】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用

50

した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 7 4】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 7 5】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 7 6】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 7 7】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 7 8】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 7 9】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 8 0】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 8 1】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 8 2】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 8 3】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【図 8 4】鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたき（鳥が羽ばたきの動作をしている）状態を示し、全体側面図、全体正面図及び胴体、翼、脚の外観とこれを透視した構造図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0030】

本発明のリンク機構は、図 1 ～ 図 2 4 に示されるように、リンク構造によって構成される機械機構である。基本の型（態様）は二つあり、一つ目は、図 1 ～ 図 1 2 の自然の乱流現象を象る、外に向かって波打つ機構（第 1 の態様）である。二つ目は、図 1 3 ～ 図 2 4 の自然の渦現象を象る、内に向かって巻きつく機構（第 2 の態様）である。なお、図 1 ～ 図 1 2 では、上段（a）図にカルマン渦列画像と対比する態様で第 1 の態様における反時計回り、下段（b）に第 1 の態様における時計回りの図を示している。また、図 1 3 ～ 図 2 4 では、上段（a）図に左右の大きさを一定にした双子渦の画像と対比する態様で第 2 の態様における反時計回り、下段（b）に第 2 の態様における時計回りの図を示している。なお、以下の説明において、リンク機構とは、複数のリンクを組み合わせて構成した機械機構を意味する。そして、複数のリンクは、関節として機能するジョイントにより接続されている。

【0031】

本発明のリンク機構の配置関係について、図 1 ～ 図 2 4 を参照しつつ説明する。まず、

10

20

30

40

50

駆動リンクの作用点であるジョイント 1 と従動リンクの作用点であるジョイント 1 を任意の地点に置き、駆動リンクの支点 1 を、ジョイント 1 とジョイント 1 とを結ぶ仮想直線 ( 1 - 1 ) 上の任意の地点に置く。そして、駆動リンクの作用点のジョイント 1 と従動リンクの可動支点 2 とを結ぶ仮想直線 ( 1 - 2 ) が、従動リンクの作用点であるジョイント 1 と従動リンクの作用点であるジョイント 1 とを結ぶ仮想直線 ( 1 - 1 ) 上を交差するように、可動支点 2 とジョイント 1 とを任意の地点に置く。以上が本機構の基本となる配置条件である。

#### 【 0 0 3 2 】

これを起点に、リンク要素と連結リンクを接続し、リンク機構を完成する。この機構は、支点 1 が、仮想直線 ( 1 - 1 ) 上にある場合に、仮想直線 ( 1 - 2 ) が、仮想直線 ( 1 - 1 ) 上の中間点を通過する配置が、最も精度の高い安定した動作を現す。そして、この駆動リンク ( 1 - 1 ) の幅が、関節肢 ( 1 - 2 - 3 - 4 · · · n ) の振幅の大きさになって現れる。なお、上記において、例えば、リンク ( n - n ) とは、n 番目のジョイント と n 番目のジョイント とを結んだリンクを示している。具体的には、リンク要素 ( 1 - 2 ) は、1 番目のジョイント と 2 番目のジョイント とを結んだ連結リンクのことをいう。また、リンク要素 ( 1 - 1 - 2 - 2 ) は、1 番目のジョイント と 1 番目のジョイント 、1 番目のジョイント と 2 番目のジョイント 、及び、2 番目のジョイント と 2 番目のジョイント とを結んだリンク要素を示している。また、仮想直線 ( 1 - 1 ) は、1 番目のジョイント と 1 番目のジョイント とを通る仮想的な直線のことをいう。なお、以下の説明では、これに準じて説明する。また、以下の説明において、例えば、ジョイント n と記載する場合、n 番目のジョイント であることを意味する。ここで、n は、1 以上の整数である。

#### 【 0 0 3 3 】

以上のようにして配置してなる本発明のリンク機構の作動を説明する。駆動リンク ( 1 - 1 ) の回転運動が、リンク要素 ( 1 - 1 - 2 - 2 ) に伝わり、可動支点 2 で支持された従動リンク ( 1 - 1 ) を動かす。そして、従動リンクに連結された連結リンク I ( 1 - 2 ) が、連結リンク I ( 1 - 2 ) とリンク要素 ( 1 - 1 - 2 - 2 ) に連結されたリンク要素 II ( 2 - 2 - 3 - 3 ) を動かす。

#### 【 0 0 3 4 】

以下、連結リンク III ( 2 - 3 ) 及びリンク要素 IV ( 3 - 3 - 4 - 4 )、連結リンク V ( 3 - 4 ) 及びリンク要素 VI ( 4 - 4 - 5 - 5 ) · · · 連結リンク ( n - ( n + 1 ) ) 及びリンク要素 ( n - n - ( n + 1 ) - ( n + 1 ) ) がペアになり、鎖状に連結リンク及びリンク要素が接続することにより、関節肢 ( 1 - 2 - 3 - 4 · · · n ) を形成する。なお、第 2 の態様の軌道である図 13 ~ 図 24 の左の内に向かって巻き付く小さな渦のように、連結リンク III、V、VI、IX · · · n - ( n + 1 ) の長さが、長すぎるために、駆動リンクの回転運動に干渉してしまうケースがある。これには、テレスコピック・サスペンション等で干渉する連結リンクを伸縮させることで対応する。動物の形態では、基本的にこの第 2 の態様が加わるのは、動物の手足首と尻尾のみで、この問題は発生しない。

#### 【 0 0 3 5 】

本発明のリンク機構を、更に詳細に説明する。本発明のリンク機構は、例えば、自然動物の運動を表現するための拘束条件を提供し、係るリンク機構を用いて自然動物の運動を表現することによって人工動物を構成することができる。

#### 【 0 0 3 6 】

本発明のリンク機構は、別の観点から見ると、図 1 ~ 図 24 に示されるように、ジョイント n ( n = 1 以上の整数 ) とジョイント n ( n = 1 以上の整数 )、ジョイント n ( n = 1 以上の整数 ) とジョイント n ( n = 1 以上の整数 )、及び、ジョイント n ( n = 1 以上の整数 ) とジョイント n + 1 ( n = 1 以上の整数 ) を、連結した複数のリンク要素を有する。この場合、これらの複数のリンク要素は、ジョイント n ( n = 1 以上の整数 ) とジョイント n + 1 ( n = 1 以上の整数 ) とを結んだ連結リンク ( n - n

+ 1) に連結されている。

【0037】

また、本発明の第1の態様のリンク機構は、個別に見ると、図1～図12に示されるように、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数)、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、及び、ジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、を連結して、一辺を有しない四辺形状の定形に保持される  $N$  個 ( $N = 1$  以上の整数) のリンク要素を有するといえる。この場合、 $N$  個のリンク要素は、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とを結んだ連結リンク ( $n - n + 1$ ) に連結されている。

10

【0038】

また、本発明の第2の態様のリンク機構は、個別に見ると、図13～図24に示されるように、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数)、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、及び、ジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数)、を連結して、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とを連結する軸線を介して、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とが相互に逆側に位置する定形に保持される  $N$  個 ( $N = 1$  以上の整数) のリンク要素を有するといえる。この場合、 $N$  個のリンク要素は、ジョイント  $n$  ( $n = 1$  以上の整数) とジョイント  $n + 1$  ( $n = 1$  以上の整数) とで結ばれる連結リンク ( $n - n + 1$ ) に連結されている。

20

【0039】

さらに、本発明の第1の態様及び第2の態様のリンク機構では、ジョイント 1 は、支点 1 に連結されて、支点 1 を中心とする周回軌道上を周回可能に配置される。ジョイント 1 は、支点 1 との相互の位置関係を変動可能に配置される可動支点 2 を介して、ジョイント 1 に連結される。ジョイント 1 とジョイント 1 とは、可動支点 2 を中心とする周回軌道上を相互の位置関係を一定に保持して周回可能に配置される。以上のとおり、ジョイント 1 は、支点 1 を中心とする周回軌道上を周回可能に配置される。また、リンク ( $1 - 1$ ) の両端のジョイント 1 及びジョイント 1 は、可動支点 2 を中心とする周回軌道上を周回可能に配置される。

30

【0040】

なお、可動支点 2 は、支点 1 との相互の位置関係を一定に保持して配置される支点 3 に連結され、支点 3 を中心とする周回軌道上を周回可能に配置される。

【0041】

ジョイント 1 とジョイント 1 を結ぶ仮想直線上に、支点 1 がある条件下で、ジョイント 1 と可動支点 2 とを結ぶ仮想直線が、ジョイント 1 とジョイント 1 とを結ぶ仮想直線と交差するようにすることができる。

【0042】

また、ジョイント 1、ジョイント 1 及び支点 1 が一の仮想直線上に整列する条件下で、ジョイント 1 と可動支点 2 とを結ぶ仮想直線が、ジョイント 1 とジョイント 1 とを結ぶ仮想直線と交差するようにしてもよい。

40

【0043】

さらに、以上の場合に、ジョイント 1 とジョイント 1 とが最大間隔となる配置を形成することができる。

すなわち、その配置 (位置) から、ジョイント 1 が支点 1 を軸に回転すると、ジョイント 1 とジョイント 1 の二点間の距離が必ず縮まるようにすることができる。そして、一直線上に三点 (ジョイント 1、ジョイント 1、支点 1) が整列するタイミングは、ジョイント 1 が支点 1 を軸に 180 度回転した場合にも再度現れる。

そのタイミングでは、支点 1 とジョイント 1 とを結ぶ仮想直線上に、ジョイント 1 がある状況は、換言すれば、ジョイント 1 とジョイント 1 との最短距離となる状況

50

である。

【0044】

ジョイント 1 とジョイント 1 とが最大間隔となる配置を形成する場合、ジョイント 1 と支点 2 を結ぶ仮想直線が、ジョイント 1 とジョイント 1 とを結ぶ仮想直線のほぼ中間点を交差する配置を設定することによって、本発明のリンク機構の駆動部分を形成する各部の配置関係の形態は、正方形やひし形の形状になる。そして、この形態が、左右にバランスのとれた最も大きな振幅運動を生み出す。

【0045】

また、ジョイント 1 とジョイント 1 とが可動支点 2 を中心とする同一の周回軌道上のそれぞれ一部を往復動可能に配置される。

10

【0046】

また、図1～図12に示されるリンク機構（第1の態様）と、図13～図24（第2の態様）に示されるリンク機構とを組み合わせ使用して多様な人工動物に自然な動作を行わせることができる。

【0047】

また、図1～図12に示されるリンク機構（第1の態様）及び図13～図24に示されるリンク機構（第2の態様）の一方又は両方を使用し、リンク機構の一部にひねりを加えることによって多様な人工動物に自然な動作を行わせることができる。

【0048】

以上の本発明のリンク機構を用い、ジョイント 1 に連結されるジョイント 1 を、支点 1 を中心とする周回軌道上を周回させることによって、ジョイント 1 及びジョイント 1 を可動支点 2 を中心とする周回軌道上を往復動させ、これに伴い順次連結されるジョイント 1、2、3、・・・ $n$ と、ジョイント 1、2、3、・・・ $n$ の各々に連結されるジョイント 1、2、3、・・・ $n$ 及びジョイント 1、2、3、・・・ $n$ を変位させる自然動物の運動の表現方法によって、多様な人工動物に自然な動作を行わせることができる。ここで、ジョイント 1、2、3、・・・ $n$ における1、2、3、・・・ $n$ とは、初項が1、公差が1の等差数列をなしている。なお、 $n$ とは、 $n$ 番目の整数を意味する。ジョイント 2、3、・・・ $n$ とする表現は、ジョイント が $n$ 番目までであることを意味するが、 $n$ が1の場合も含まれる。

20

【0049】

以上において、ジョイント  $n$ 、ジョイント  $n+1$  及びジョイント  $n+1$  は、それぞれのジョイント（点）が結びつき、辺を構成して三角形の関係にある。一方、ジョイント  $n+1$  とジョイント  $n+1$  の間隔は不変である。また、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  を結ぶ仮想直線の距離は可変であり、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離も可変である。

30

【0050】

したがって、図13～図24に示されるリンク機構（第2の態様）では、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離が短くなる場合、最終的に、直線（ $n - n+1$ ）上にジョイント  $n+1$  があれば、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離が最短距離になる。

40

そして、これ以上、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離が短くなると、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  の距離も縮まる。つまり、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離、及び、ジョイント  $n+1$  とジョイント  $n+1$  との距離の和は、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離以上の関係が成立する。

これに対して、図1～図12に示されるリンク機構（第1の態様）では、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離が長くなる場合、最終的に、直線（ $n - n+1$ ）上にジョイント  $n+1$  があれば、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離が最長距離になる。

そして、これ以上、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  との距離が長くなると、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  の距離も伸びる。つまり、ジョイント  $n$  とジョイント

50

$n + 1$ との距離、及び、ジョイント  $n + 1$ とジョイント  $n + 1$ との距離の和は、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離以上の関係が成立する。

以上のとおり、ジョイント  $n$ とジョイント  $n$ との距離、及び、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離の和は、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離以上の関係も成立する。

#### 【0051】

また、図13～図24に示されるリンク機構（第2の態様）では、ジョイント  $n$ を軸にして、ジョイント  $n + 1$ に対して反対側に配置されているジョイント  $n$ が回転することで、左側に渦となって内側に巻き付く場合がある。この場合、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離が可変になるところがある。具体的には、双子渦の左側の渦を観察すると、小さく内向きに巻き付く場合に、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ とを結ぶ仮想直線の最短距離は、 $n$ が大きくなるに従い徐々に短くなる。

#### 【0052】

ジョイント  $n + 1$ とジョイント  $n + 1$ との距離は不変なので、ジョイント  $n$ はそのジョイント対象（相手）であるジョイント  $n + 1$ をジョイント  $n + 1$ を軸にして回転することで、二点の距離を保つ。この結果、三点（ジョイント  $n$ 、ジョイント  $n + 1$ 及びジョイント  $n + 1$ ）により構成されていた三角形は一直線に並ぶ。そして、ジョイント  $n + 1$ は、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ とを結ぶ仮想直線上に位置し、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ とを結ぶ仮想直線との距離は、最短となる。

#### 【0053】

上記のとおり、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離は既に最短距離にあるので、その後は、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離が縮まる。最初は、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離（以下、距離Aとする。）、及び、ジョイント  $n + 1$ とジョイント  $n + 1$ との距離（以下、距離Bとする。）の和は、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離（以下、距離Cとする。）よりも長い関係にある。その後次第に、距離Aは徐々に短くなり、その結果、距離A及び距離Bの和は、距離Cに等しくなる。さらにこの後も、距離Aは短くなるので、ジョイント  $n$ とジョイント  $n + 1$ との距離が短くなる。すなわち、距離Aと距離Bとの和は、距離Cよりも短くなることはない。

#### 【実施例】

#### 【0054】

次に、本機構の基本形態から、自然動物の運動（随意運動）の任意の形態に適用する方法について述べる。古くは、仏教の尼僧であった五枚師太は闘争する鶴の首の動きを観察して、それを元にして、徒手武術を創案したと今に伝えられている。このように、四肢と胴体の運動フォームは基本的に同じである。

#### 【0055】

この理由から、本機構は、表現する動物オブジェクトの胴体、腕（前脚、翼、エラ）、脚に適用できる（図25～図72参照）。胴体部には、みぞおちの上の位置に本機構を置き、関節肢は、上部は頭まで、下部は尾まで形成する。上肢に当たる、翼、腕又は前脚部には、肩の位置に本機構を置き、胴体の首の付け根と、上肢の駆動リンクの支点及び従動リンクの支点（図1～図24に示される支点1と可動支点2）と、を連結する。

#### 【0056】

下肢に当たる、脚又は後脚部には、股関節の位置に本機構を置き、胴体の尾の付け根と、下肢の駆動リンクの支点及び従動リンクの支点と、を連結する。四肢は、関節肢は下部のみ存在し、つま先まで形成する。本機構及び関節肢の形態は、本機構が基本となる配置条件に沿うこととし、回転方向が、運動状況により、反時計回り又は時計回りになる。関節肢は運動フォームに合わせて変形し、本機構の基本になる二つの形態（第1の態様及び第2の態様）をミックスし（組み合わせ）て実現する。

#### 【0057】

図25～図36は、魚（アジ）の胴体とヒレとに本発明の第2の態様を適用した場合の

水泳状態を示す。また、図 25 (a) ~ 図 36 (a) は上側から見た外観透視図、図 25 (b) ~ 図 36 (b) は対応するリンク機構の作動状態を示す。

【0058】

図 37 ~ 図 48 は、二足歩行動物（人）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、腕と脚とに第 2 の態様を適用した場合の走行状態を示す。また、図 37 (a) ~ 図 48 (a) は横側から見た外観透視図、図 37 (b) ~ 図 48 (b) は対応するリンク機構の作動状態を示す。

【0059】

図 49 ~ 図 60 は、二足歩行動物（人）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、腕と脚とに第 2 の態様を適用した場合の走行状態を示す。図 49 ~ 図 60 のうち、図 49 (a) ~ 図 60 (a) は横側から見た外観透視図、図 49 (b) ~ 図 60 (b) は対応するリンク機構の作動状態を示す。これらの図に示される如く、二足歩行動物（人）に本発明の第 1 の態様を適用して、設定（動作条件）を少し変えることにより、例えば、走行状態、歩行状態、スキップする状態、階段を昇降する状態のように、動作表現を多彩に変化させることができる。

【0060】

図 61 ~ 図 72 は、四足歩行動物（馬、豹）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、前脚と後脚とに第 2 の態様を適用した場合の走行状態を示す。図 61 ~ 図 72 のうち、図 61 (a) ~ 図 72 (a) は馬を横側から見た外観透視図、図 61 (b) ~ 図 72 (b) は豹を横側から見た外観透視図を示す。

【0061】

図 73 ~ 図 84 は、鳥（隼）の胴体に本発明の第 1 の態様を適用し、翼と脚とに第 2 の態様を適用した場合の羽ばたきの状態（鳥が羽ばたきの動作をしている場合）を示す。図 73 ~ 図 84 のうち、図 73 (a) ~ 図 84 (a) は横側から見た外観透視図、図 73 (b) ~ 図 84 (b) は上側から見た外観透視図を示す。

【要約】

【課題】本発明は、自然動物の運動を表現するためのリンク機構及び人工動物を提供する。

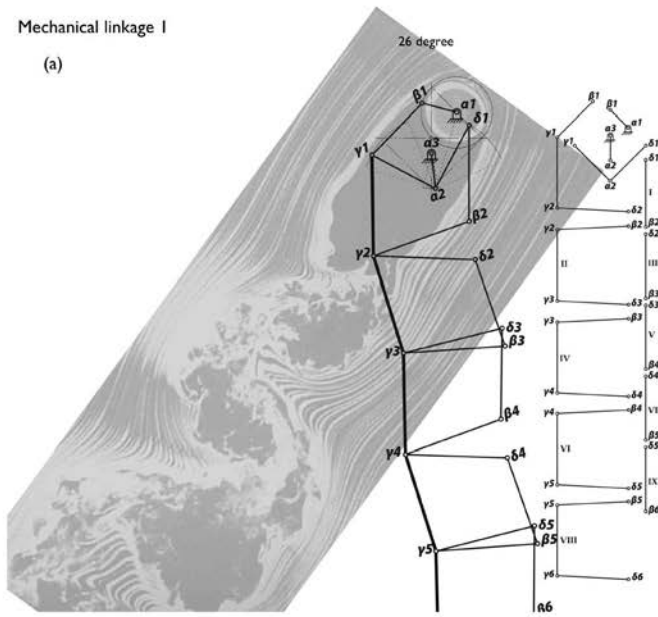
【解決手段】自然動物の運動を表現するためのリンク機構は、ジョイント  $n$  とジョイント  $n$ 、ジョイント  $n$  とジョイント  $n$ 、及び、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  を、連結した  $N$  個のリンク要素を有し、前記複数のリンク要素は、ジョイント  $n$  とジョイント  $n+1$  とで連結され、ジョイント  $1$  は、支点  $1$  に連結されて、支点  $1$  を中心とする周回軌道上を周回可能に配置され、ジョイント  $1$  は、支点  $1$  との相互の位置関係を変動可能に配置される可動支点  $2$  を介して、ジョイント  $1$  に連結され、ジョイント  $1$  とジョイント  $1$  とは、可動支点  $2$  を中心とする周回軌道上を相互の位置関係を一定に保持して周回可能に配置される。ここで、上記  $n$  及び  $N$  は、1 以上の整数である。

【選択図】図 1

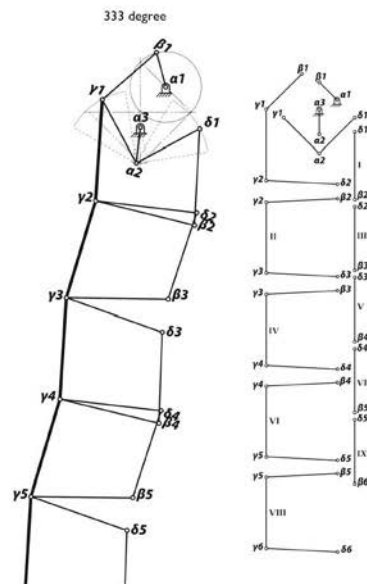
【 図 1 】

Mechanical linkage 1

(a)



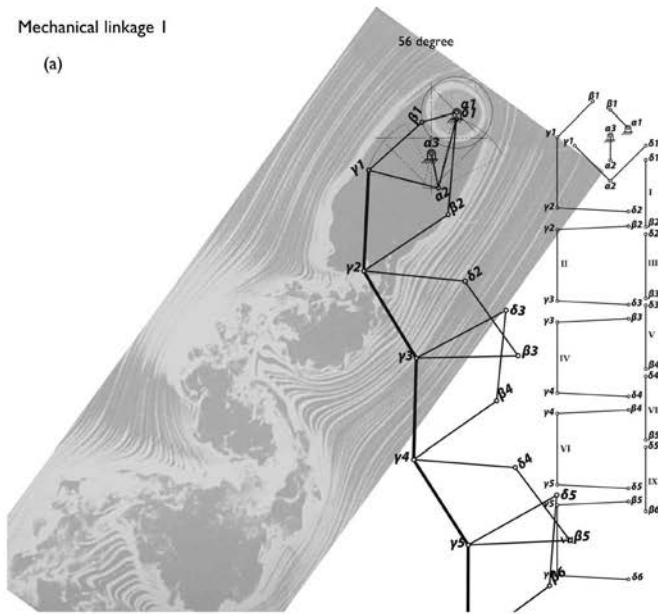
(b)



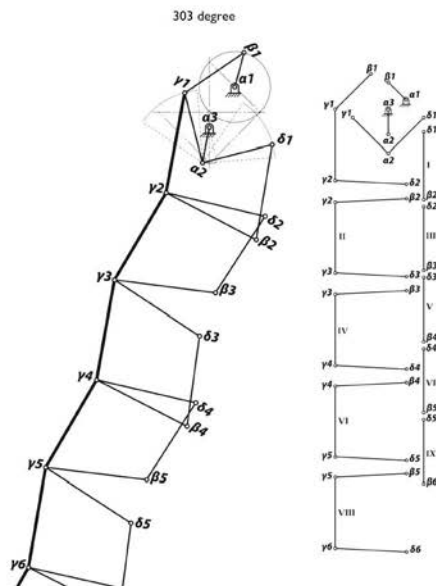
【 図 2 】

Mechanical linkage 1

(a)



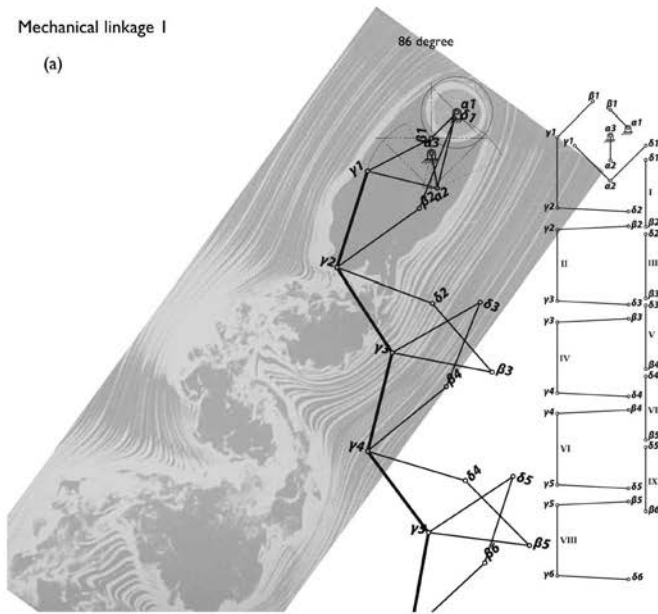
(b)



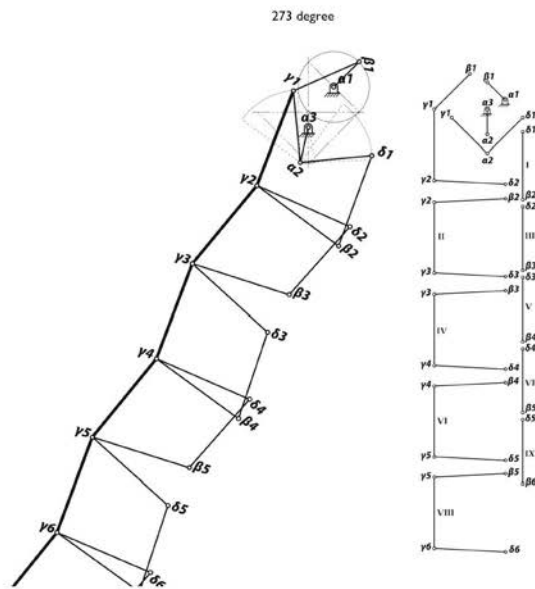
【 図 3 】

Mechanical linkage I

(a)



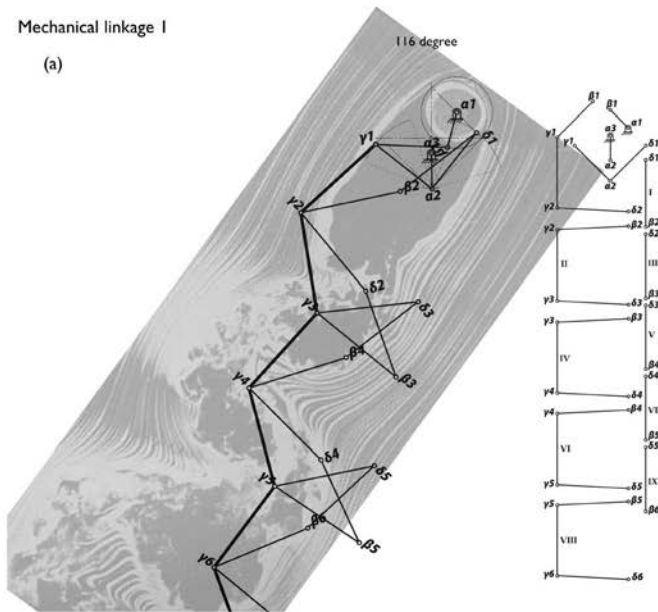
(b)



【 図 4 】

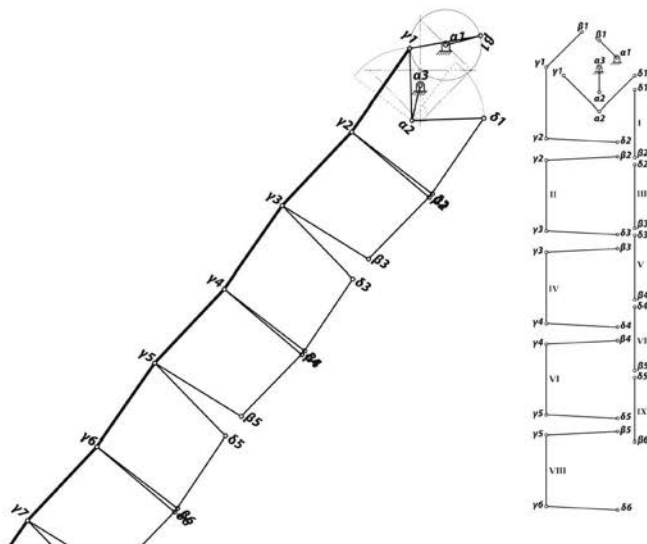
### Mechanical linkage I

(a)

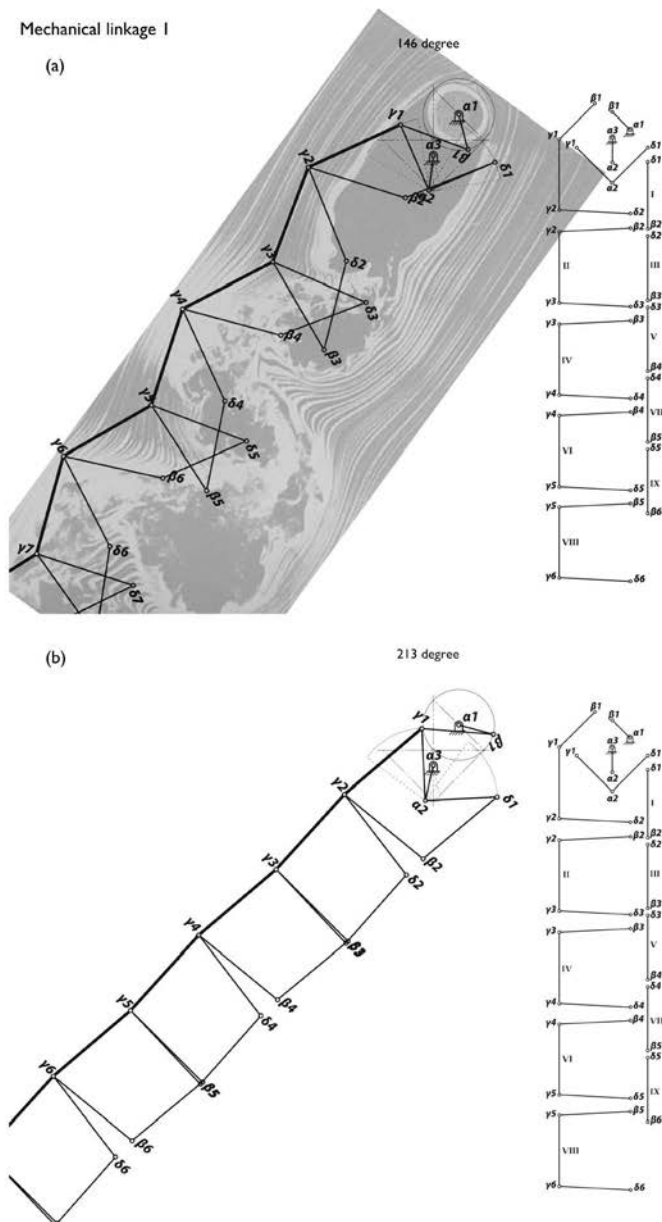


(b)

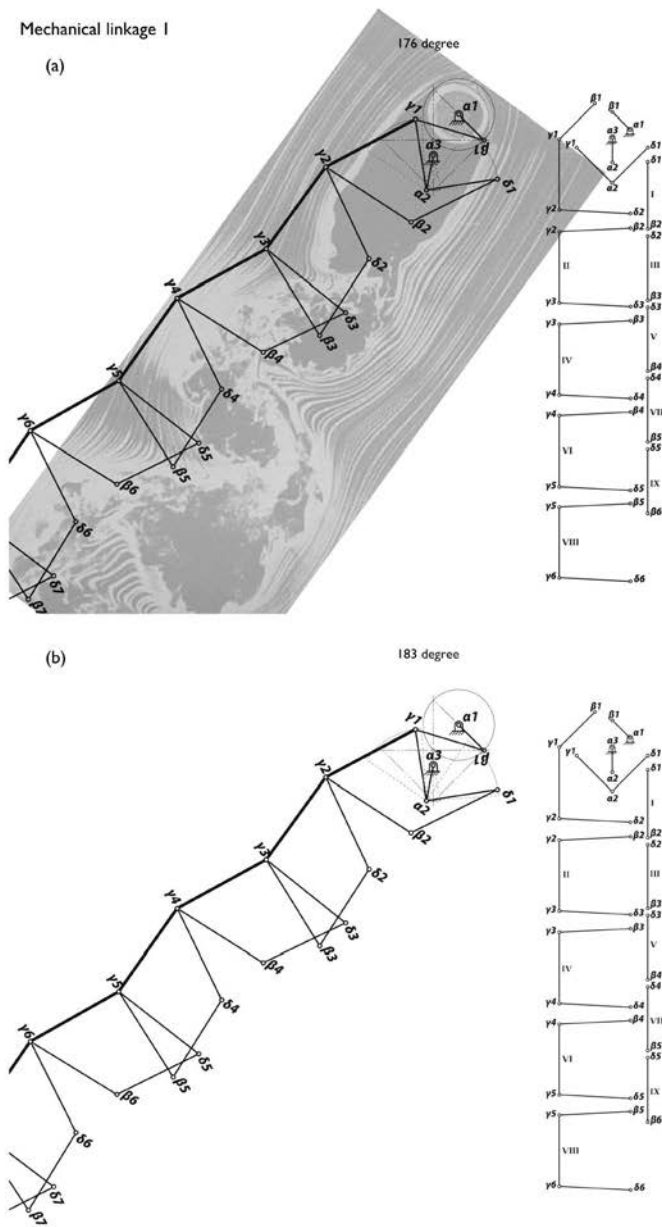
243 degree



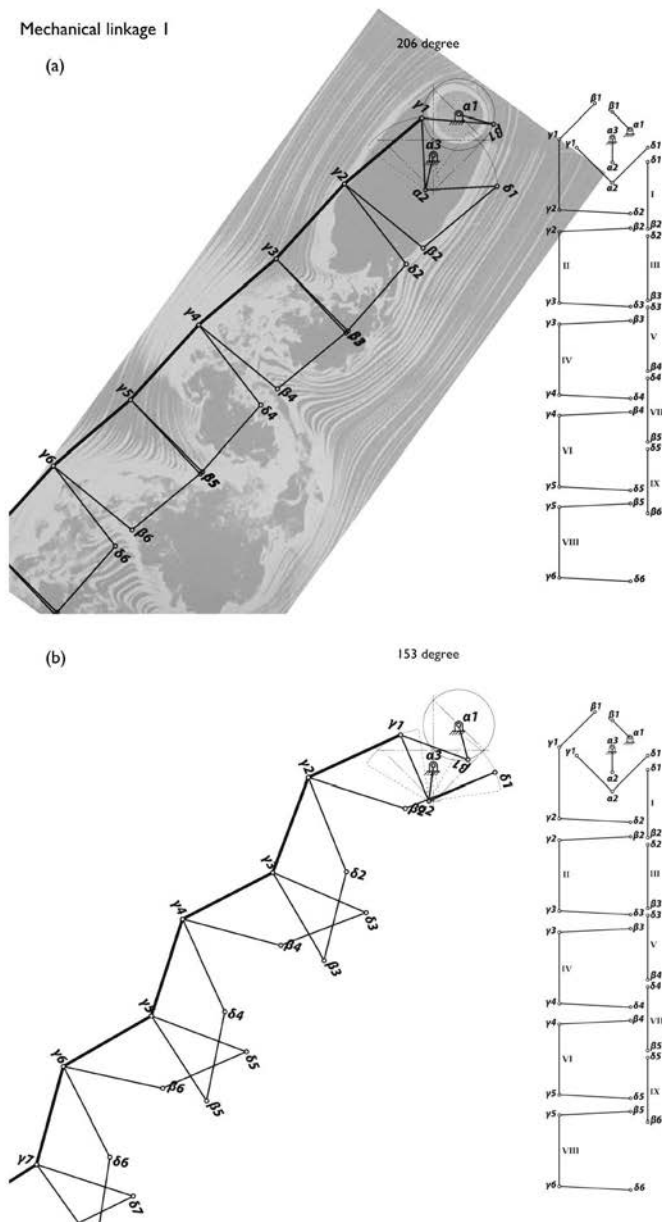
【 図 5 】



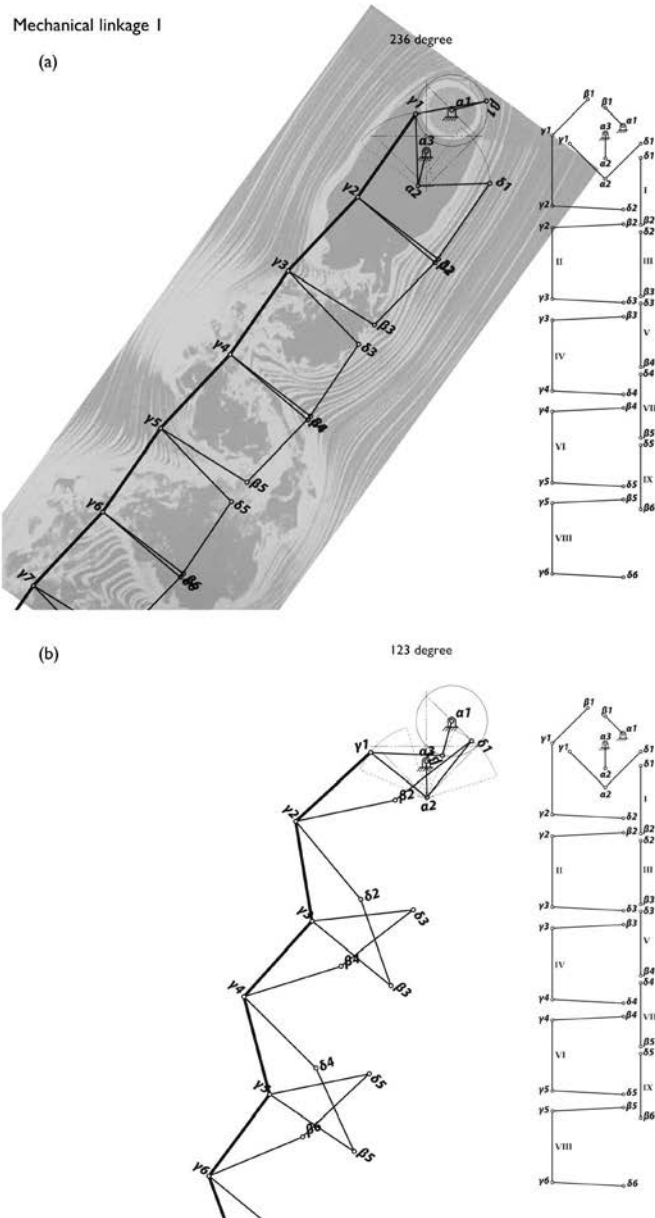
【 図 6 】



【 図 7 】



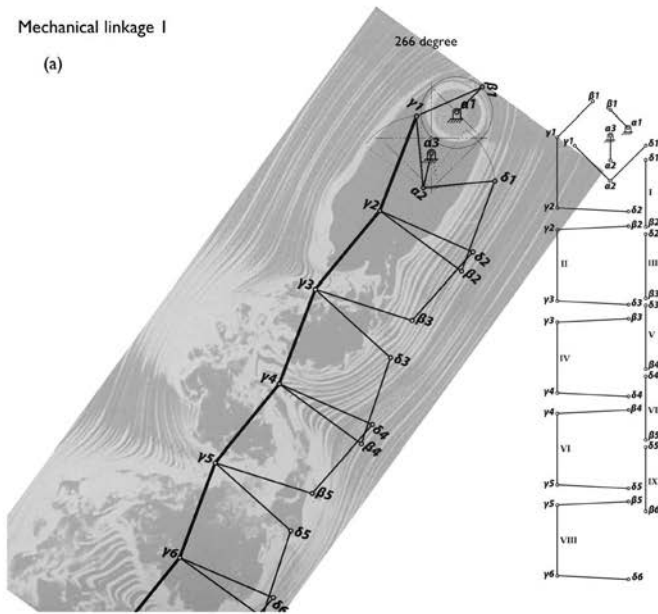
【 図 8 】



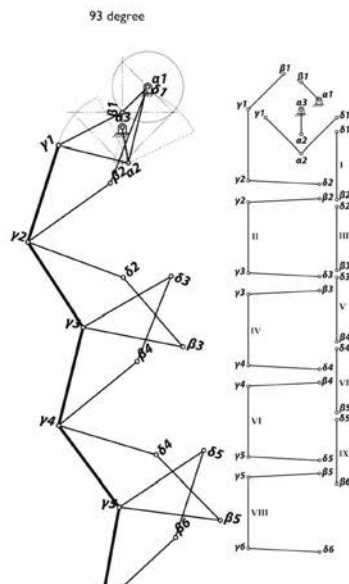
【 図 9 】

Mechanical linkage 1

(a)



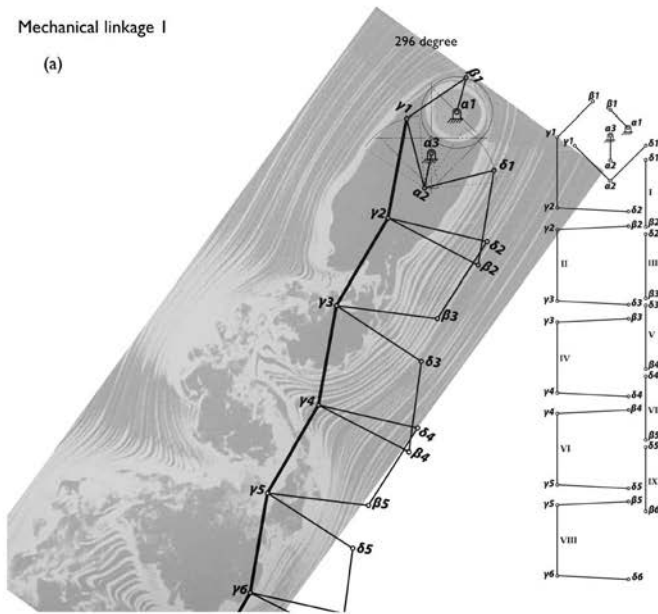
(b)



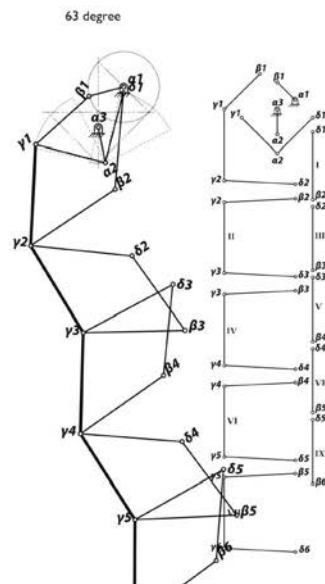
【 図 1 0 】

Mechanical linkage 1

(a)



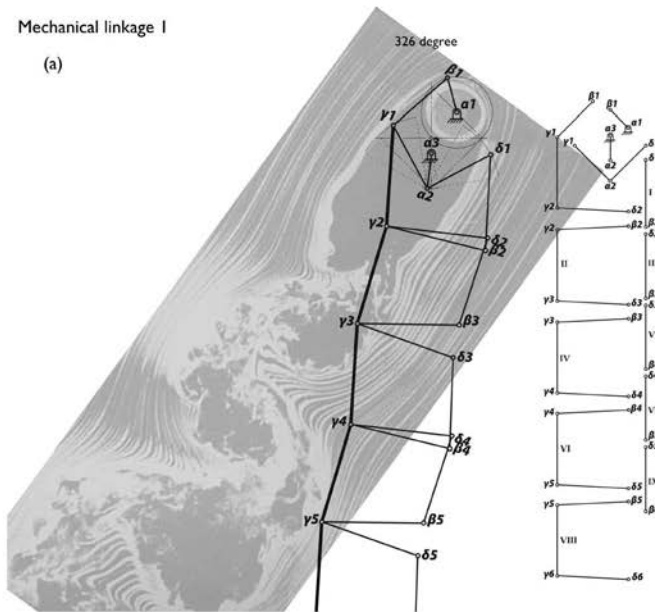
(b)



【 図 1 1 】

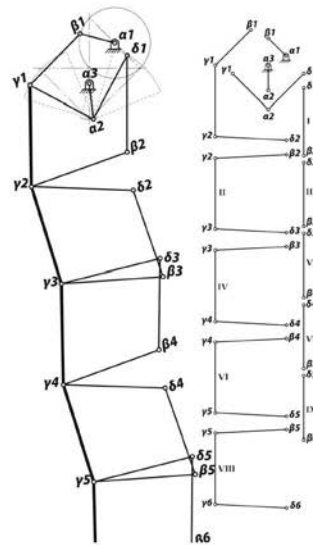
Mechanical linkage 1

(a)



(b)

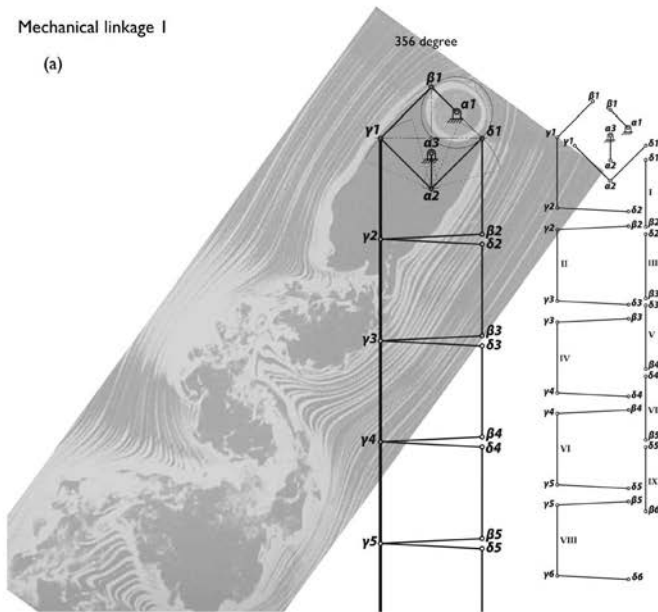
33 degree



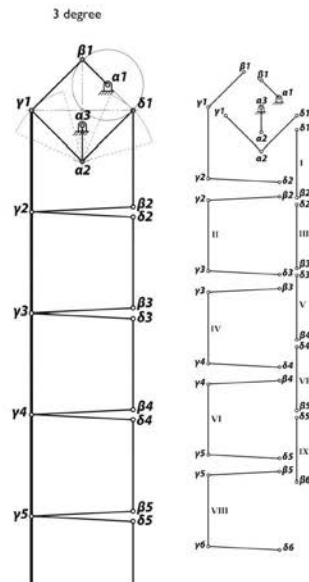
【 図 1 2 】

Mechanical linkage 1

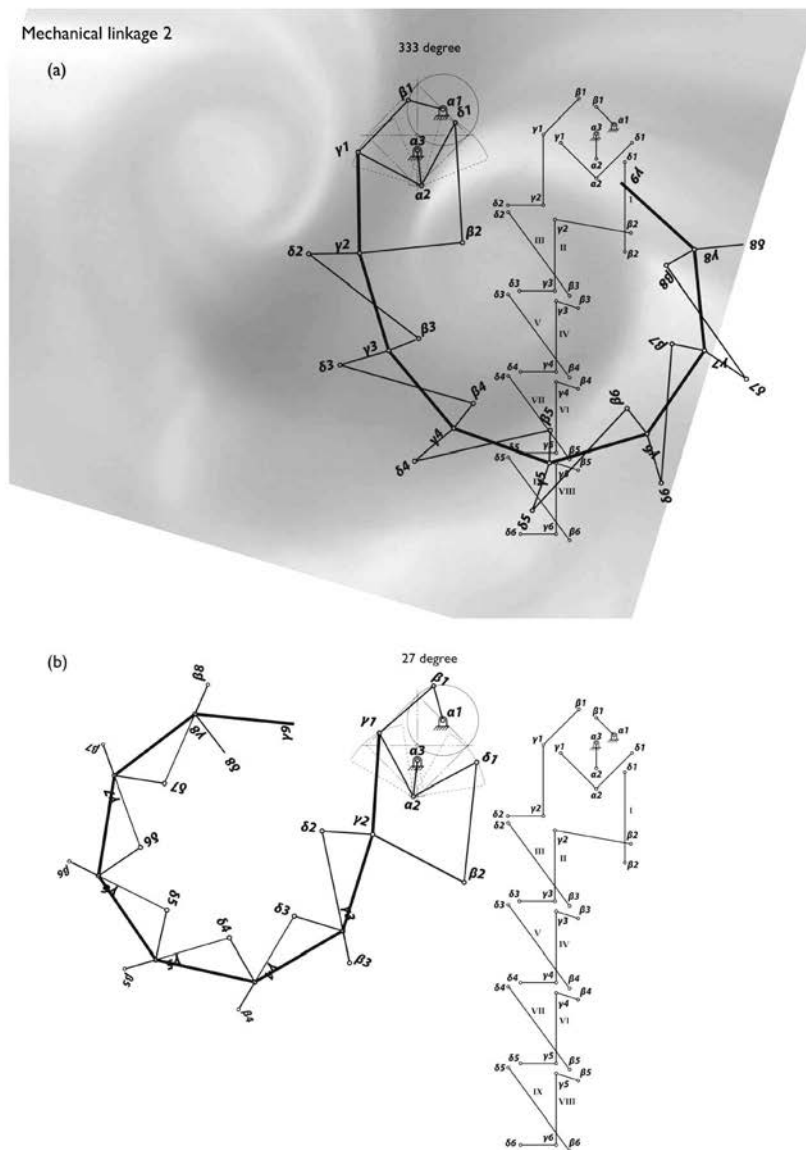
(a)



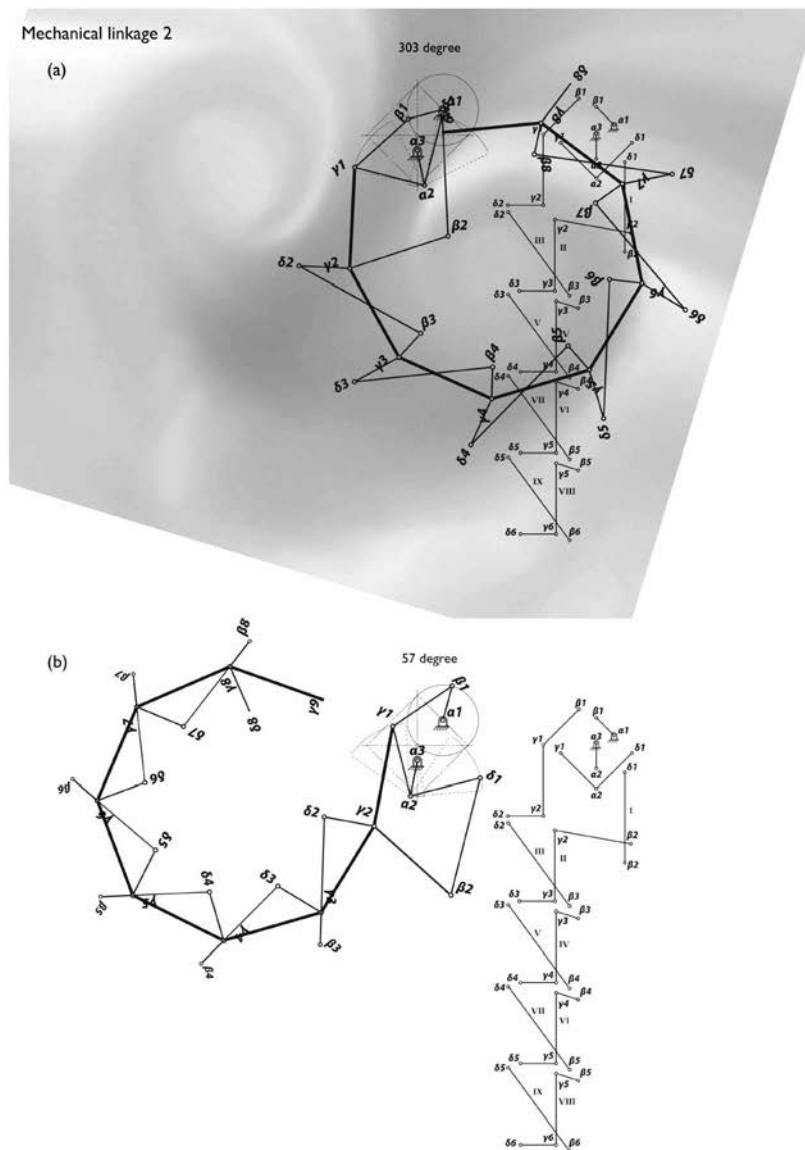
(b)



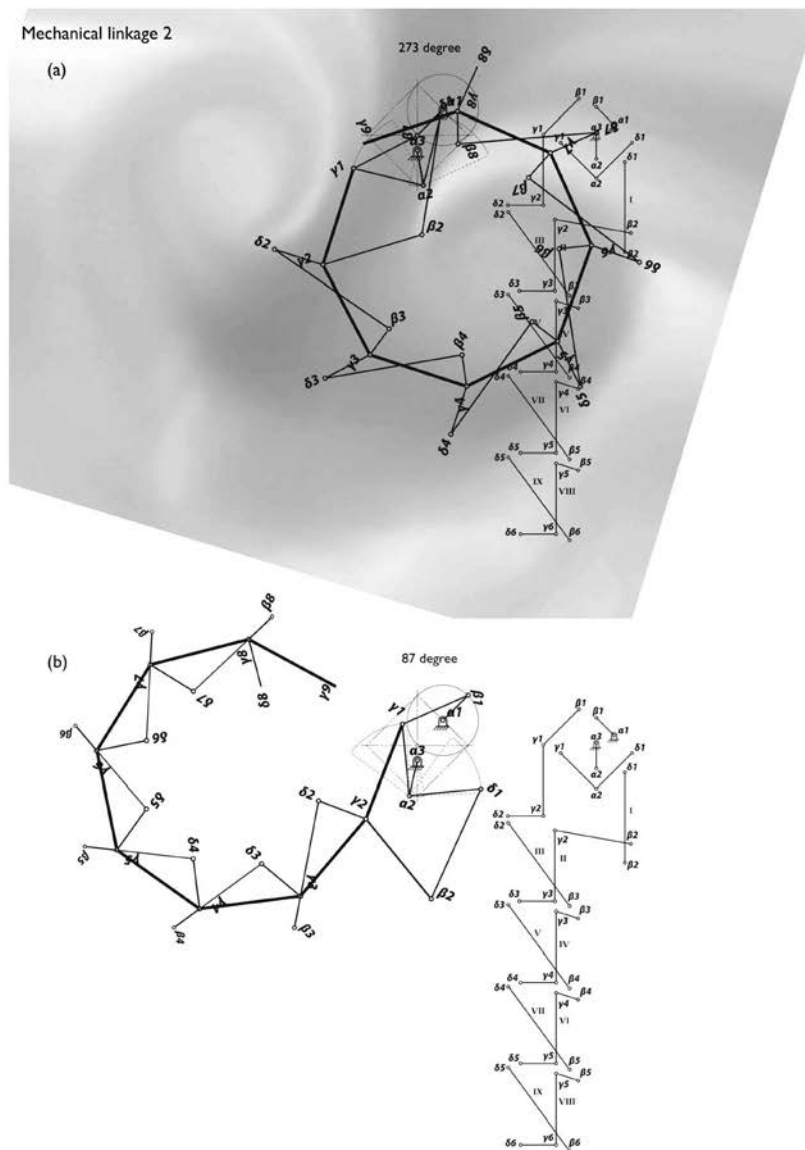
【図 13】



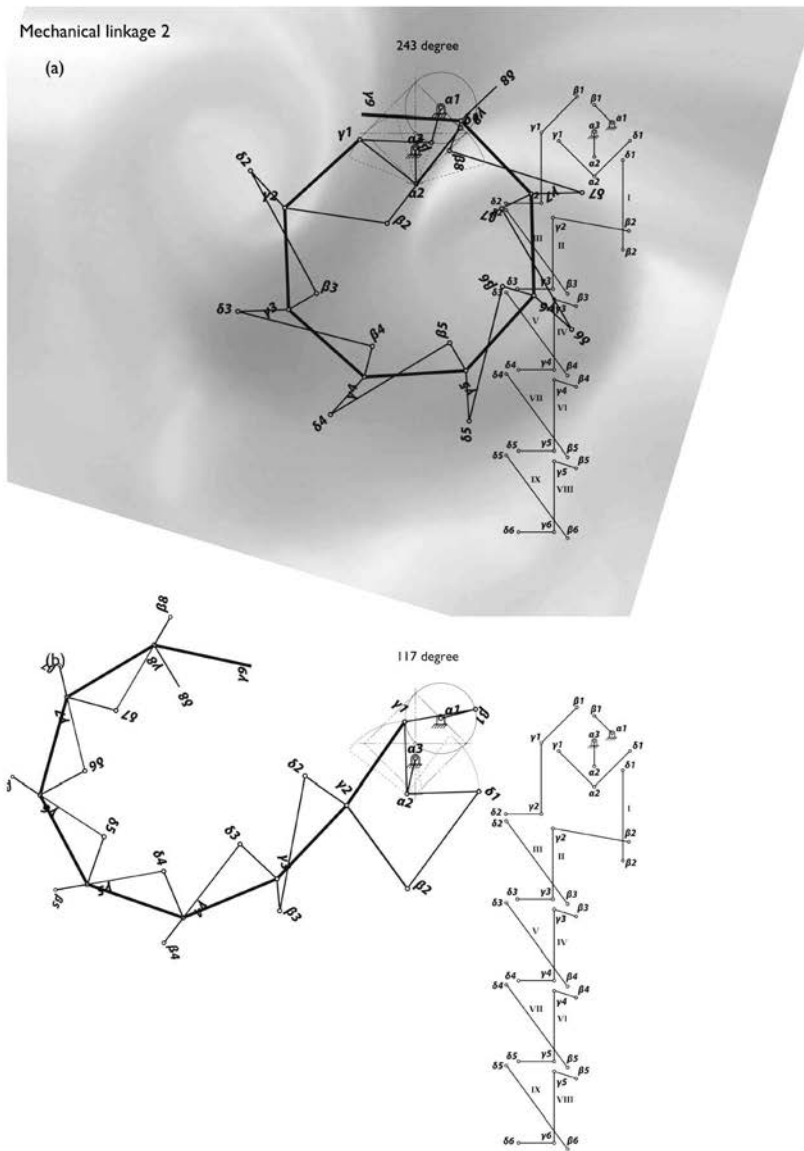
【 図 1 4 】



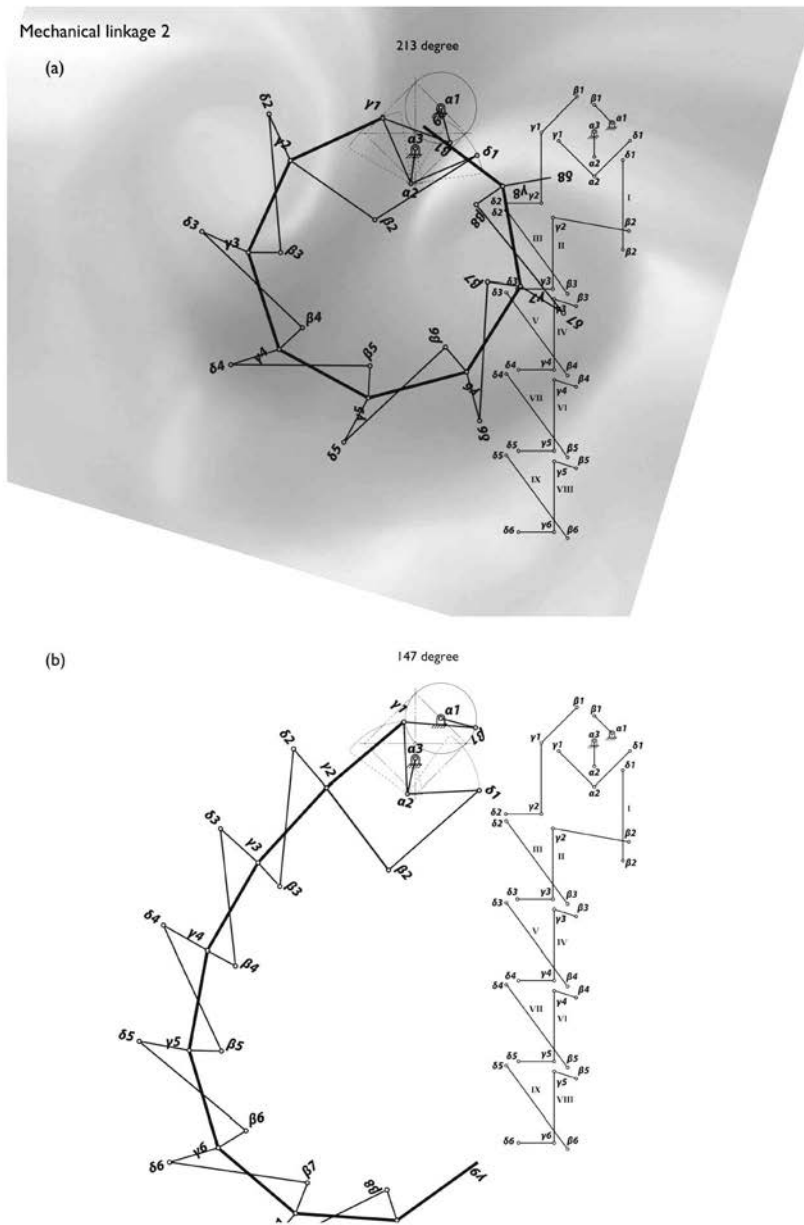
【 図 15 】



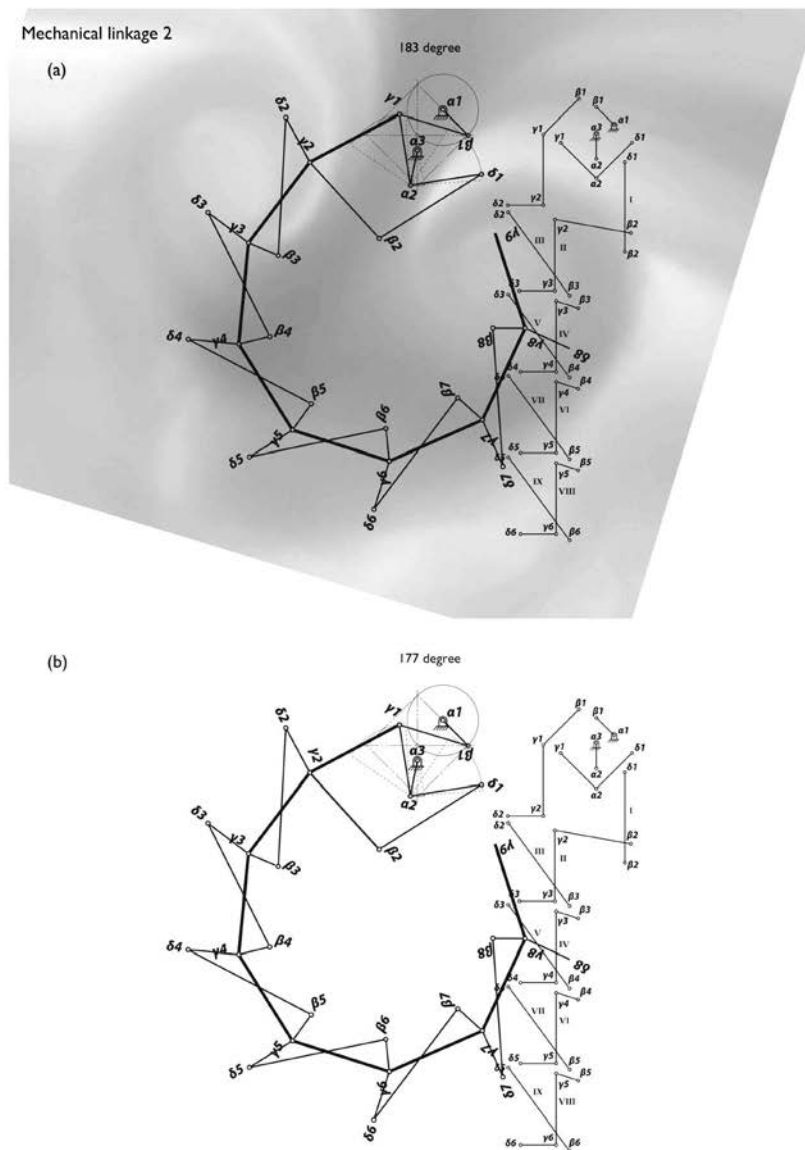
【 図 1 6 】



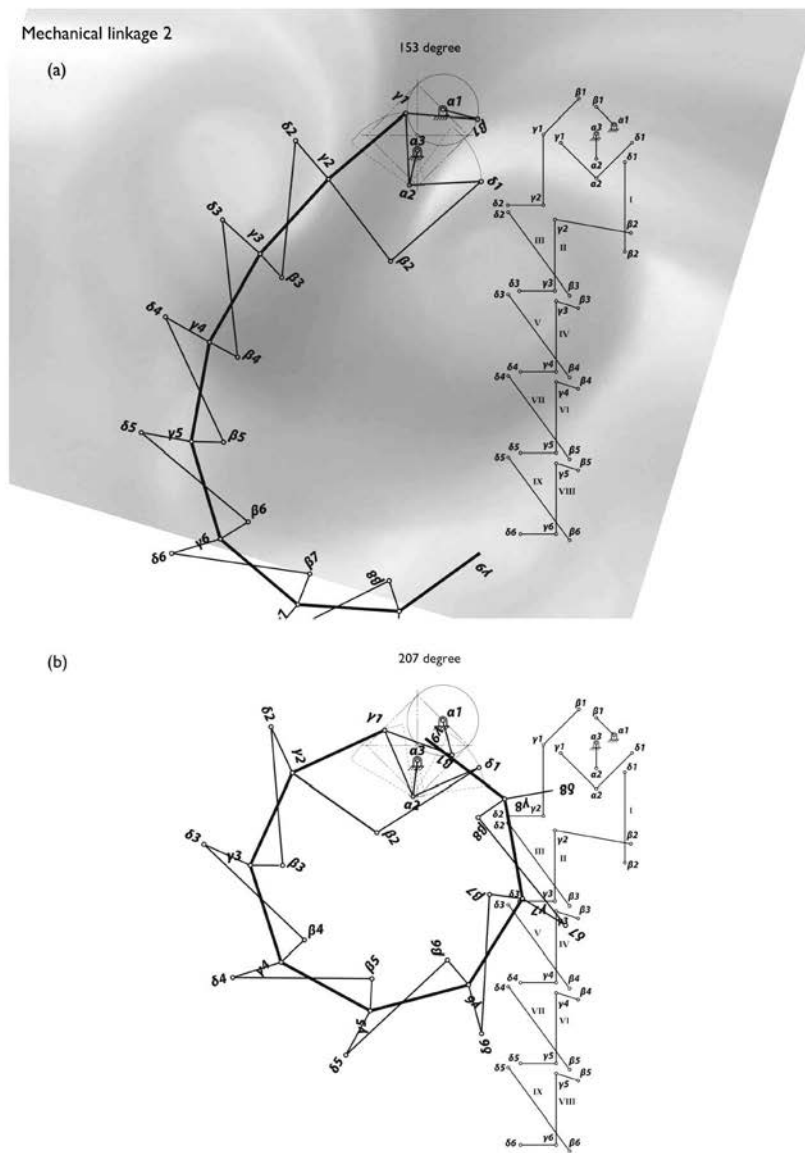
【 図 1 7 】



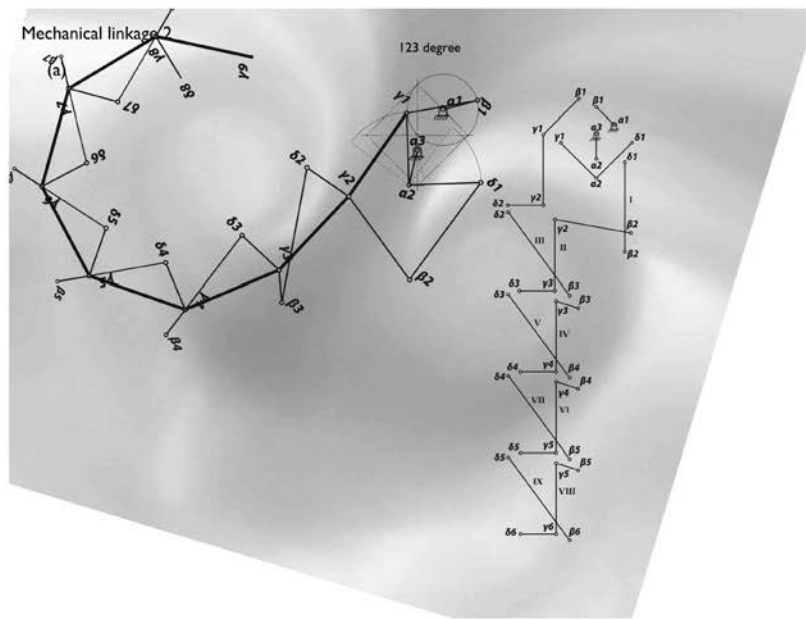
【 図 18 】



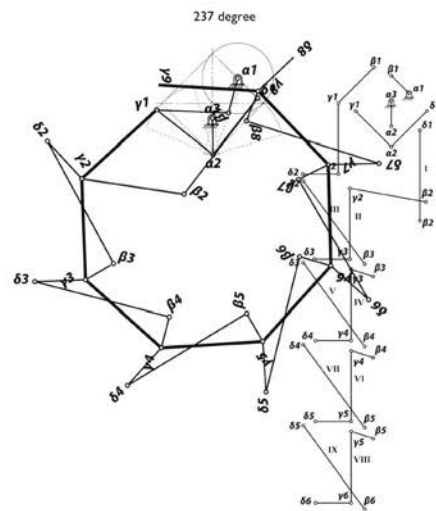
【図 19】



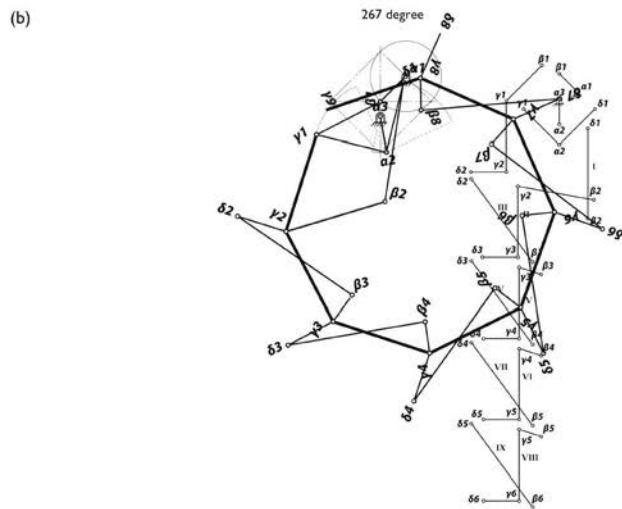
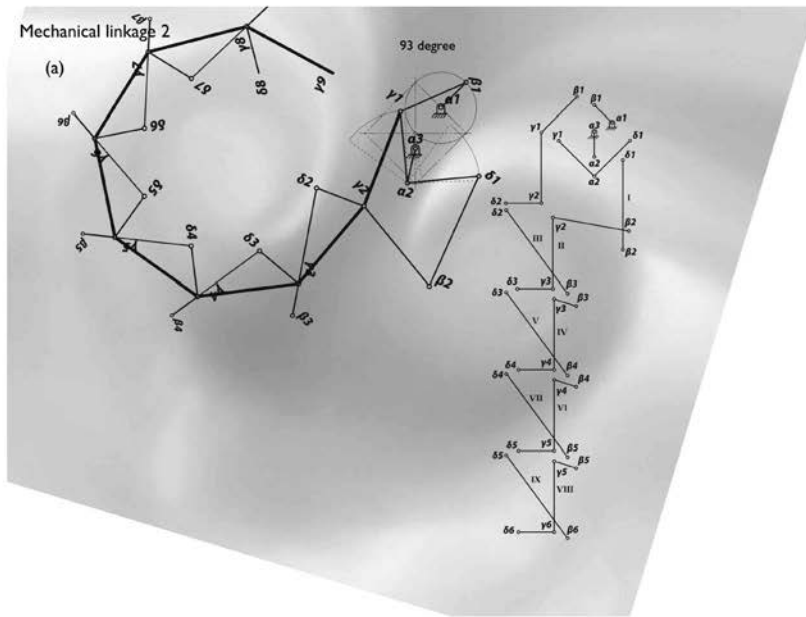
【 図 20 】



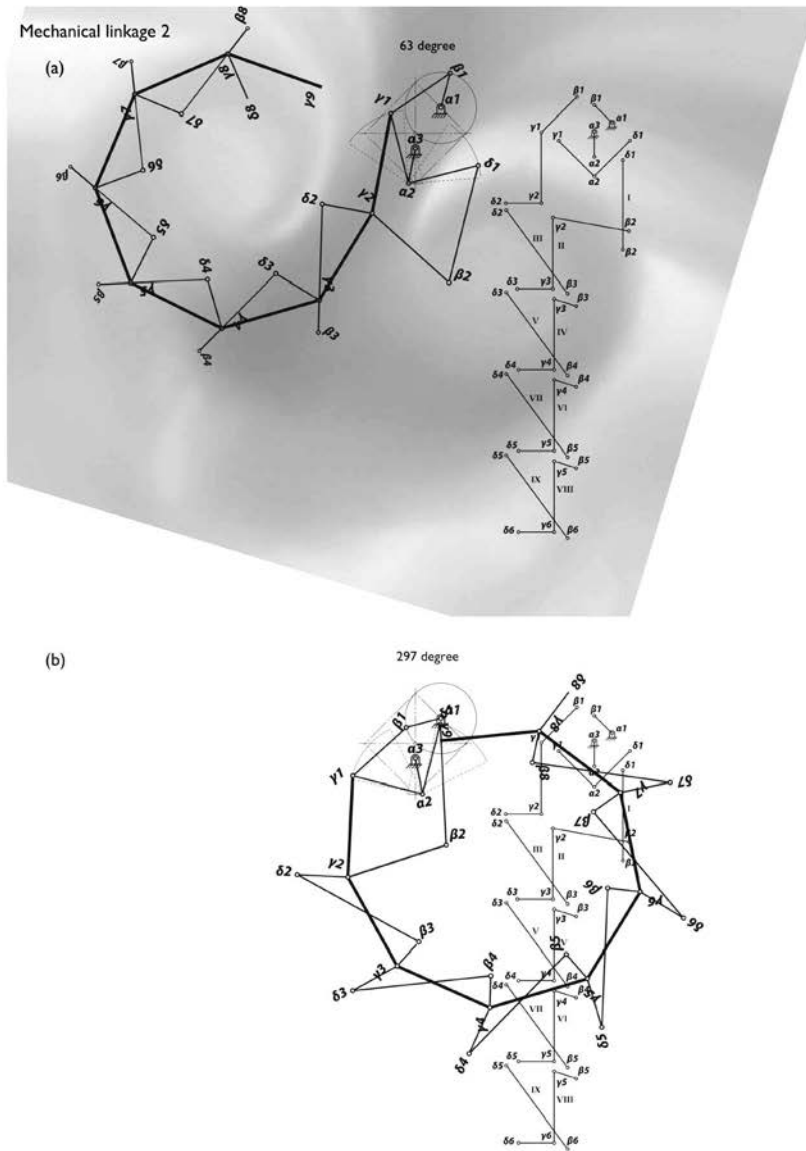
(b)



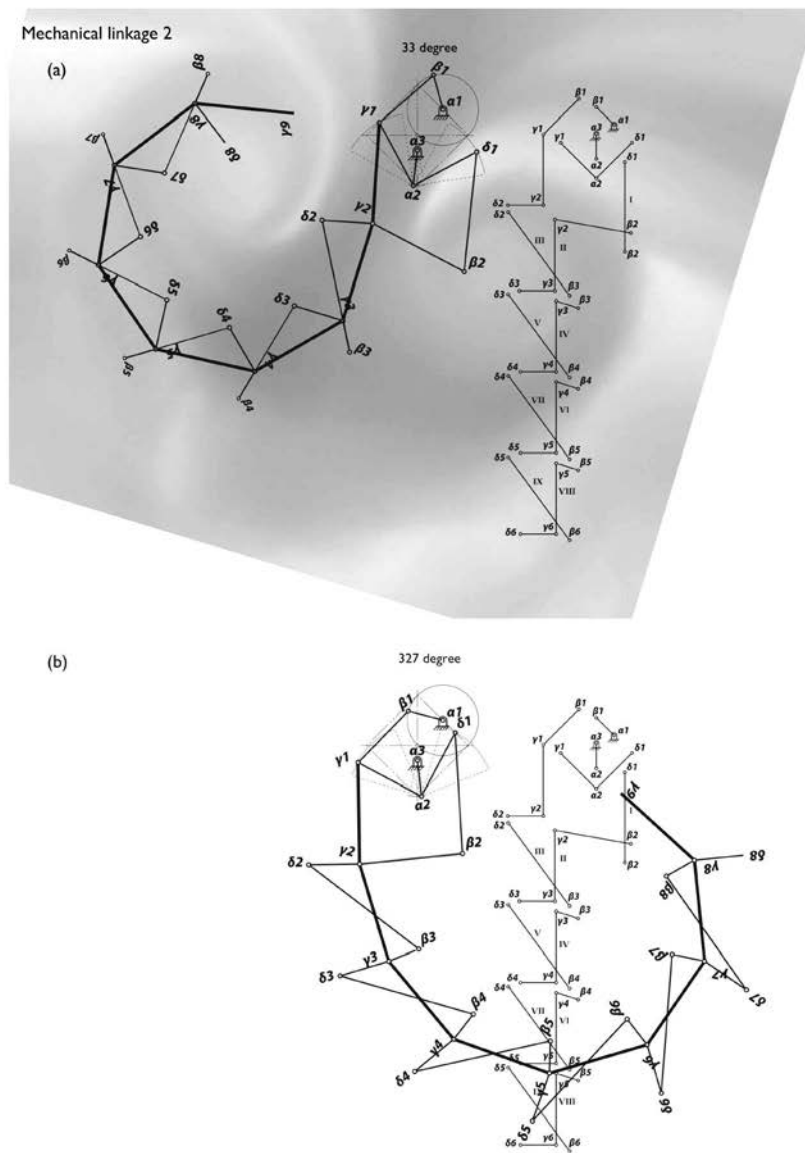
【 図 2 1 】



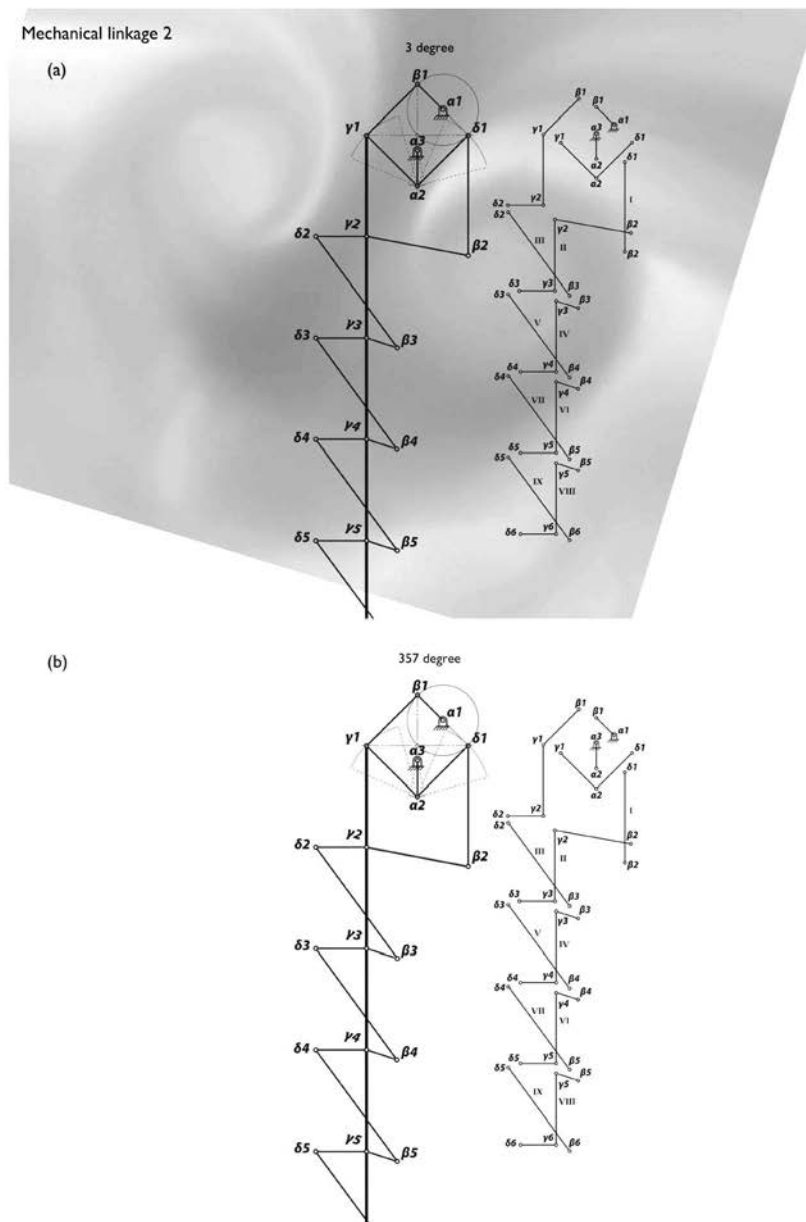
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



【 図 2 4 】

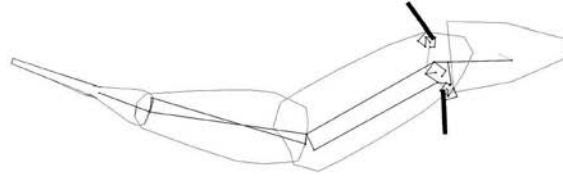


【 図 25 】

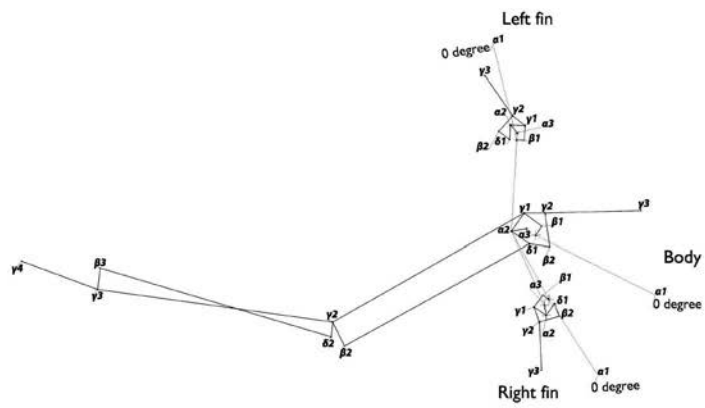
Fish swim

Top view

(a)



(b)

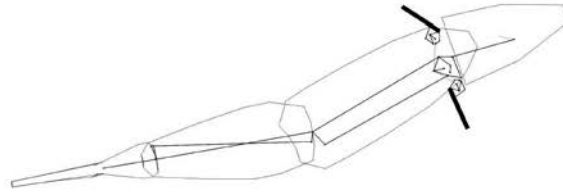


【 図 26 】

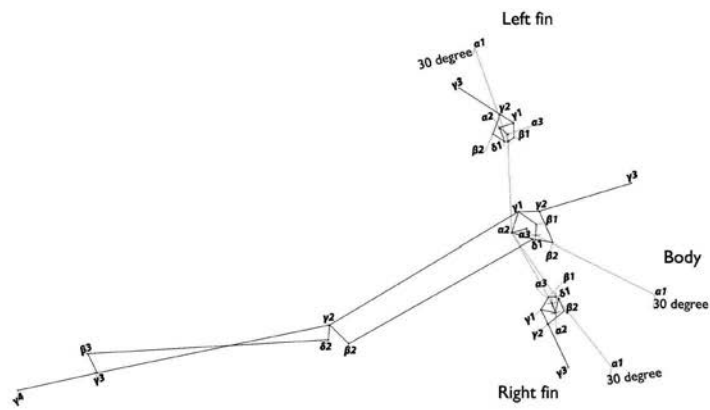
Fish swim

Top view

(a)



(b)

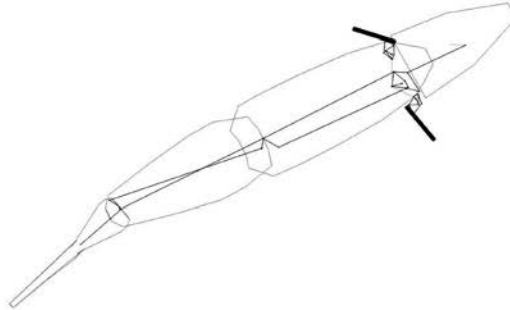


【 図 27 】

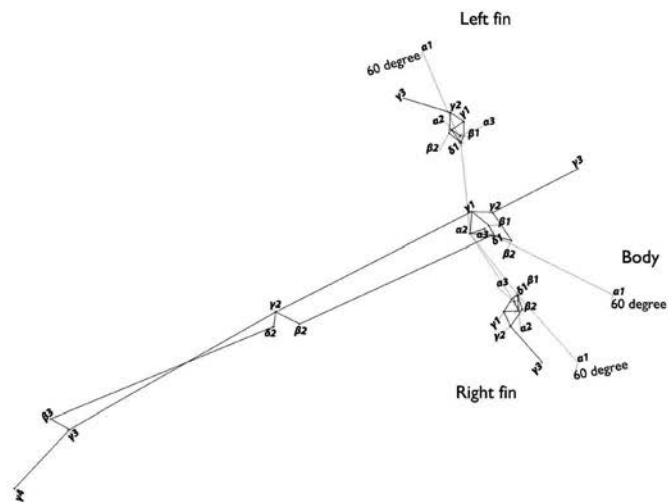
Fish swim

Top view

(a)



(b)

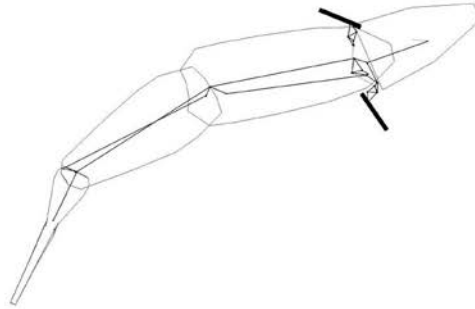


【 図 28 】

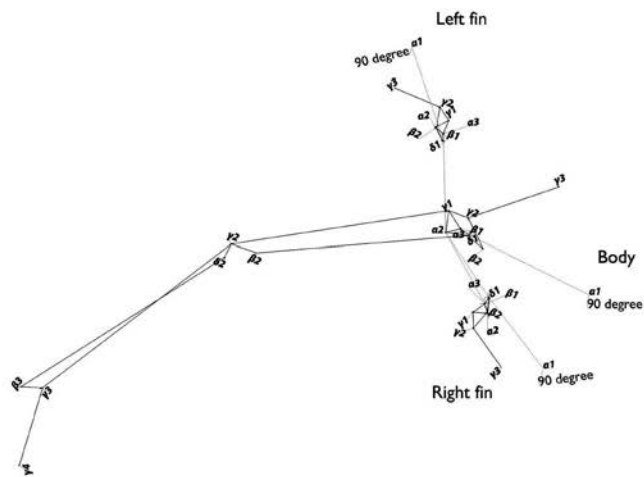
Fish swim

Top view

(a)

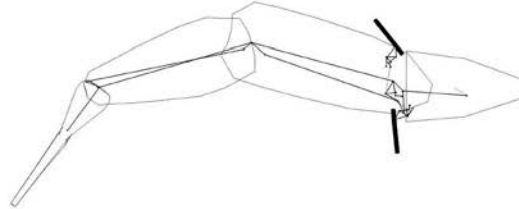


(b)

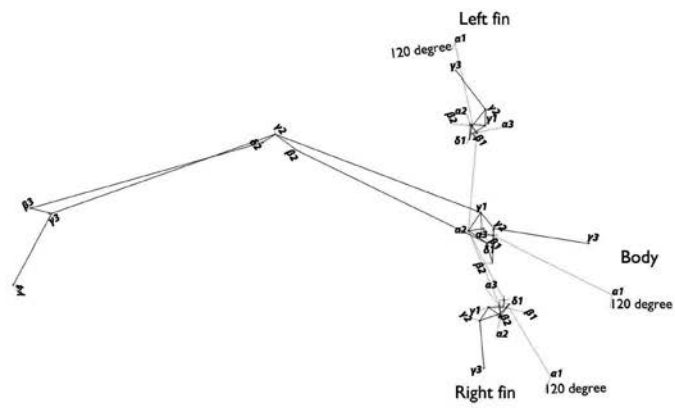


【 図 2 9 】

(a)



(b)

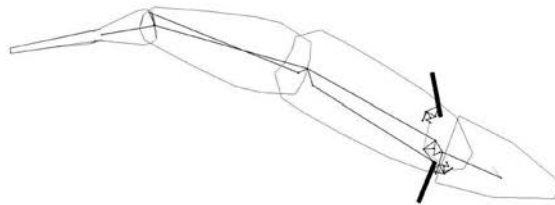


【 図 3 0 】

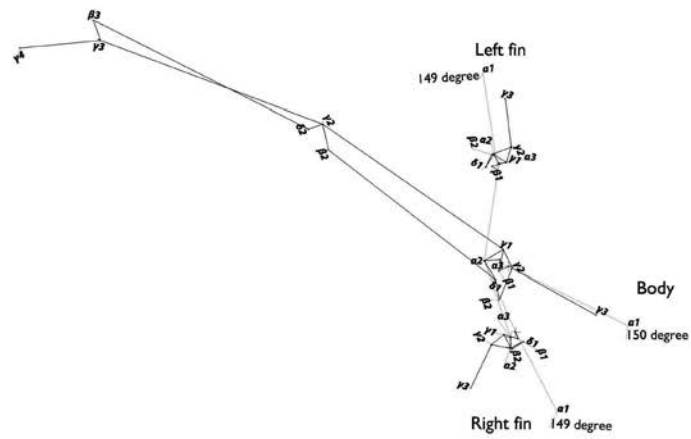
Fish swim

Top view

(a)



(b)

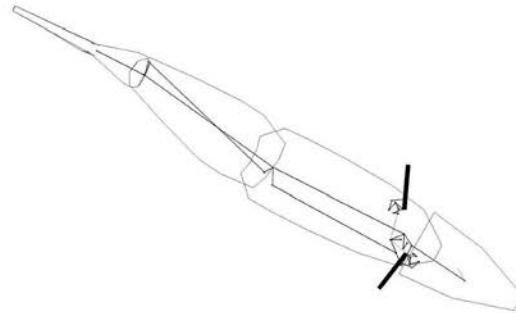


【図 3 1】

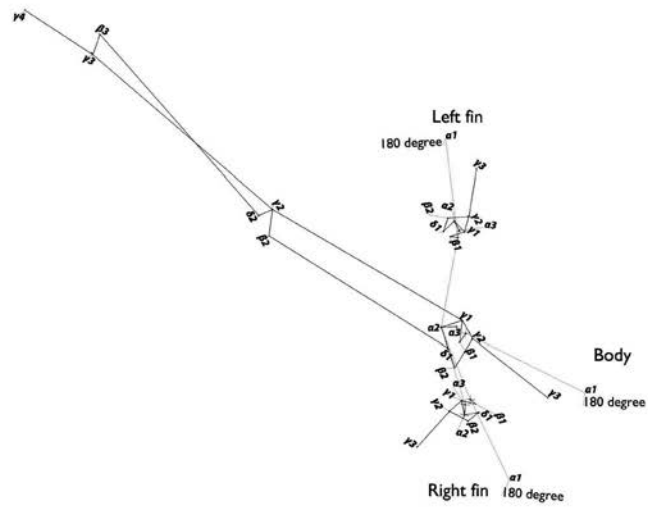
Fish swim

Top view

(a)



(b)

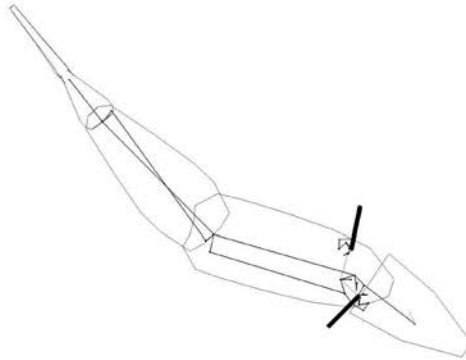


【 図 3 2 】

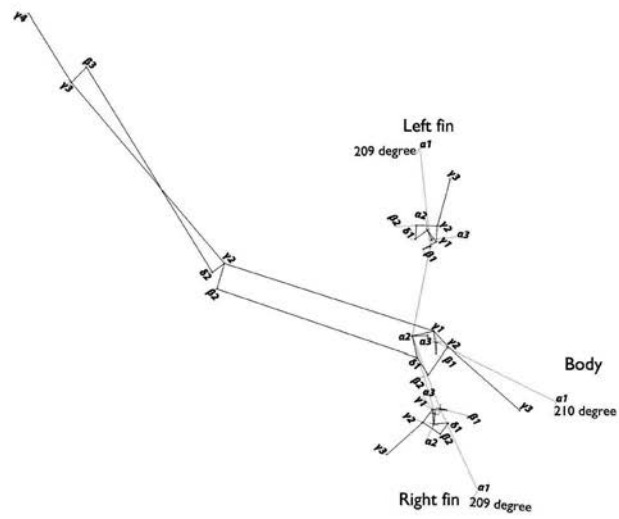
Fish swim

Top view

(a)



(b)

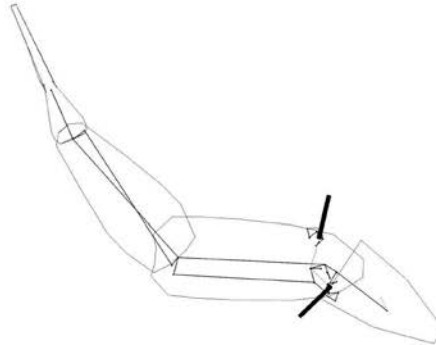


【図 33】

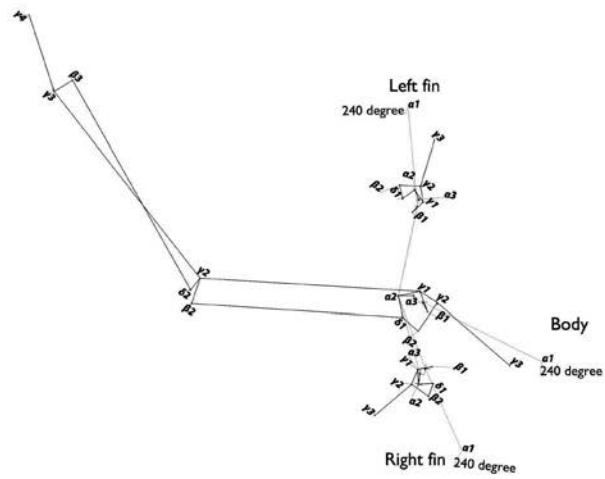
Fish swim

Top view

(a)



(b)

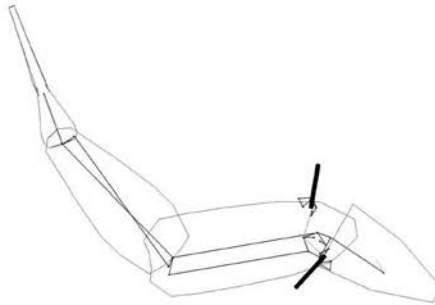


【 図 3 4 】

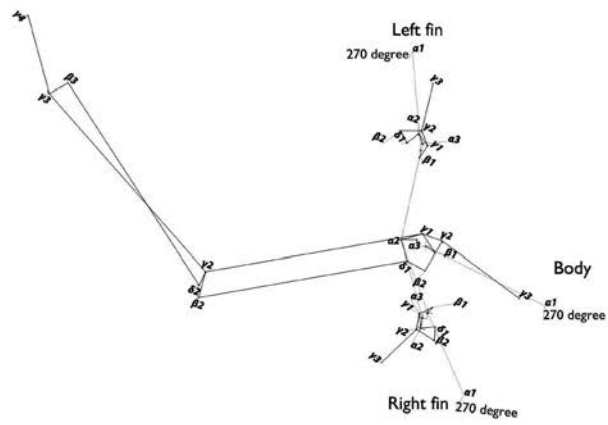
Fish swim

Top view

(a)



(b)

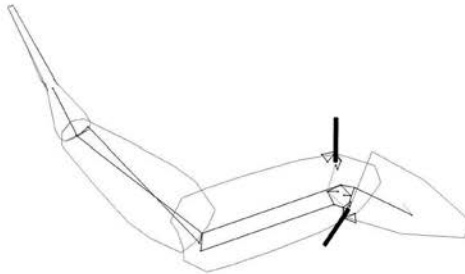


【 図 3 5 】

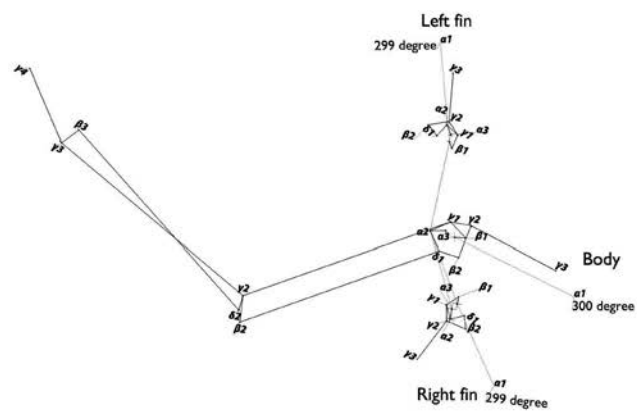
Fish swim

Top view

(a)



(b)

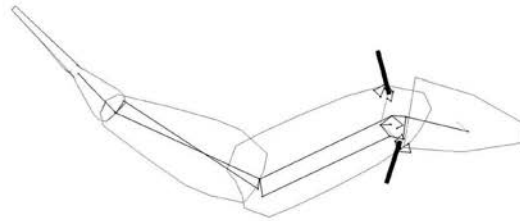


【図 36】

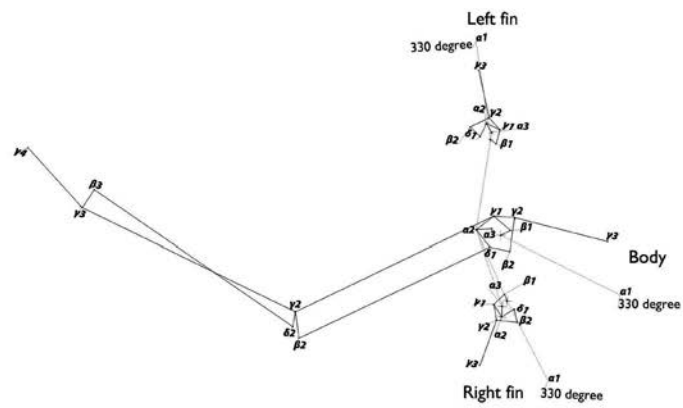
Fish swim

Top view

(a)



(b)



【 図 3 7 】

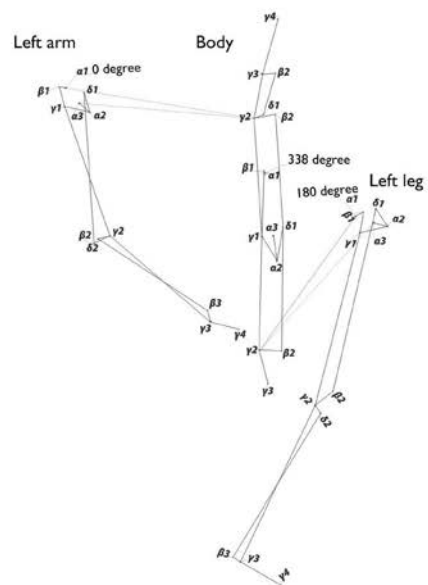
Human walk

Side view

(a)

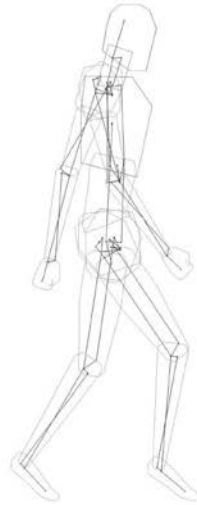


(b)



【 図 3 8 】

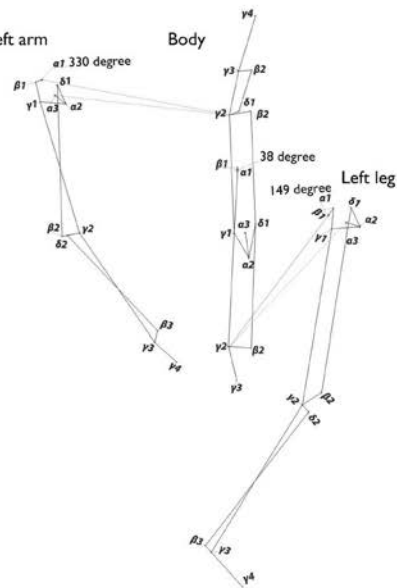
(a)



Left arm

Body

Left leg



【 図 3 9 】

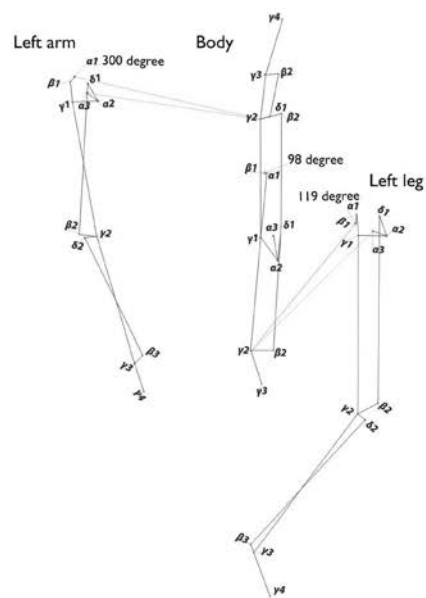
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 0 】

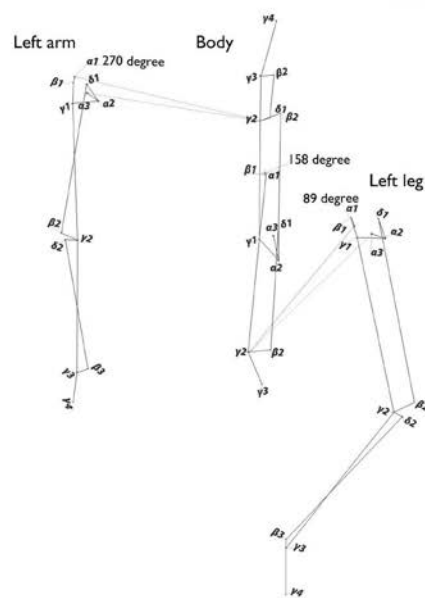
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 1 】

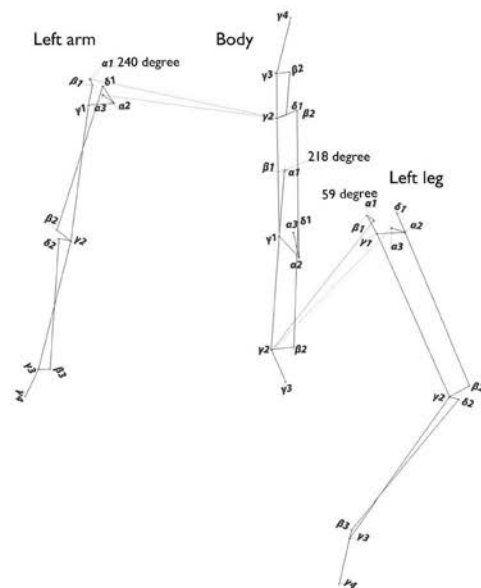
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 2 】

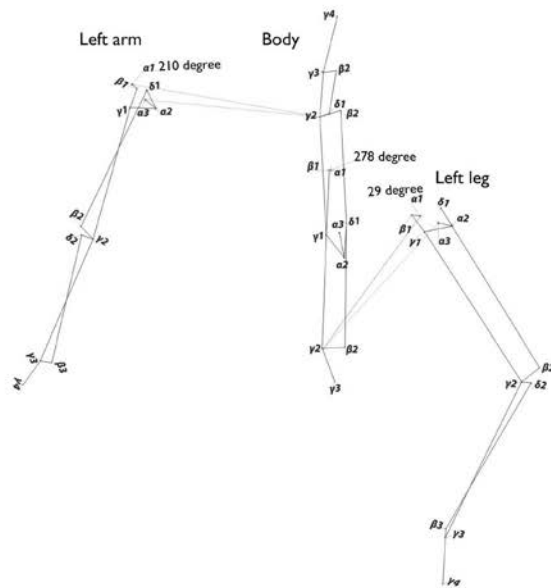
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 3 】

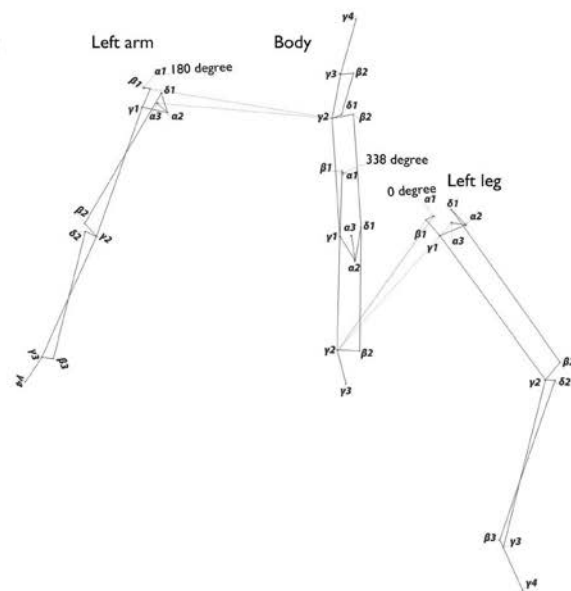
Human walk

Side view

(a)



(b)

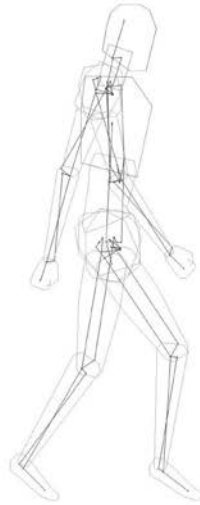


【 図 4 4 】

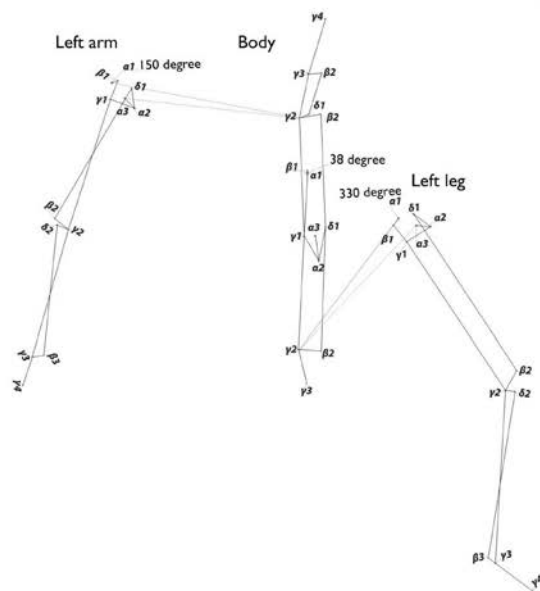
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 5 】

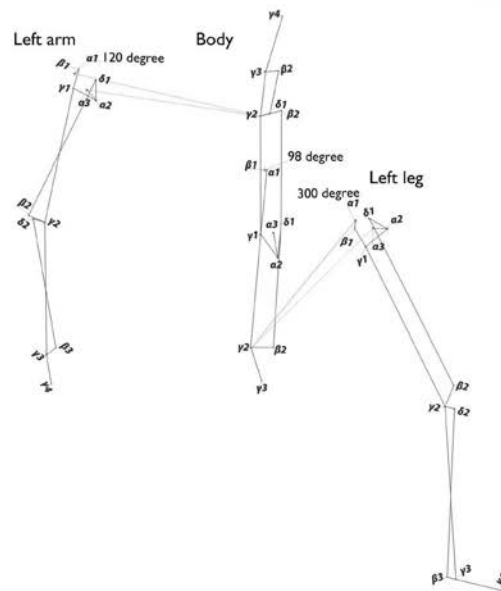
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 6 】

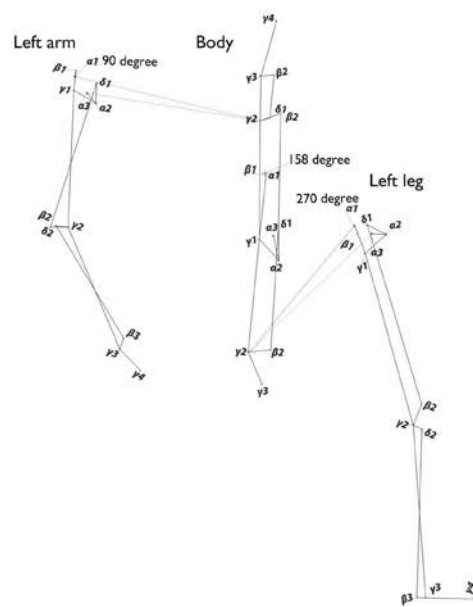
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 7 】

Human walk

Side view

(a)

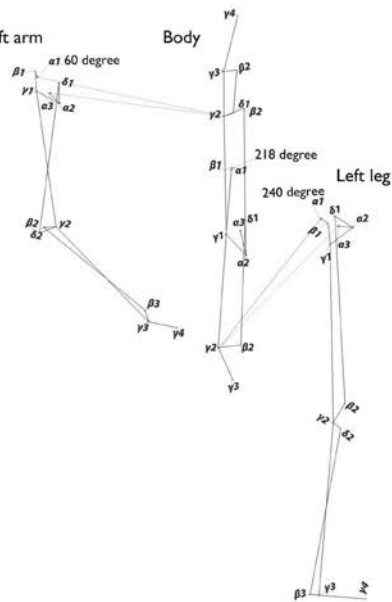


(b)

Left arm

Body

Left leg



【 図 4 8 】

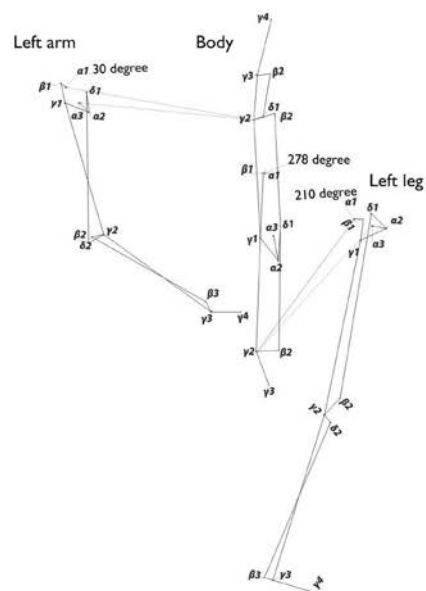
Human walk

Side view

(a)



(b)



【 図 4 9 】

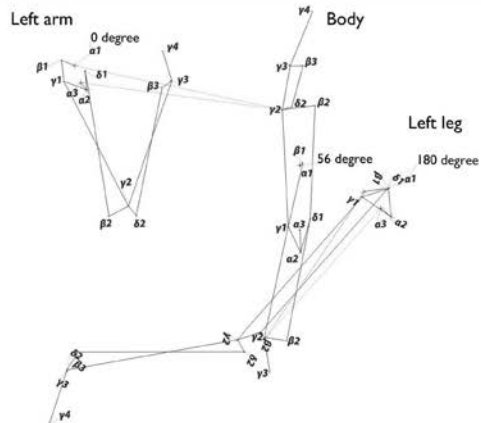
Human run

Side view

(a)

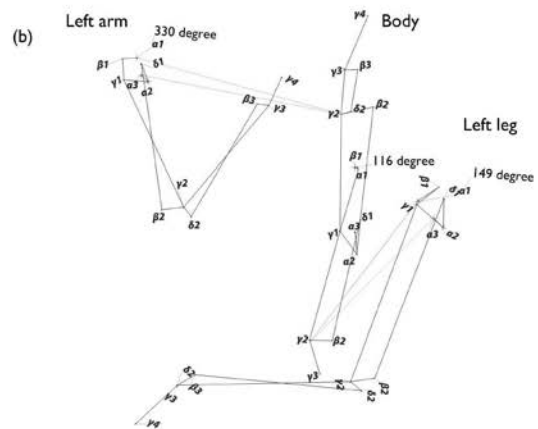


(b)



【 図 5 0 】

(a)

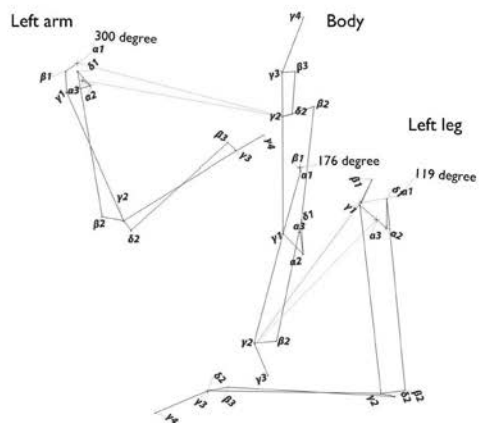


【 図 5 1 】

(a)



(b)



【 図 5 2 】

Human run

Side view

(a)

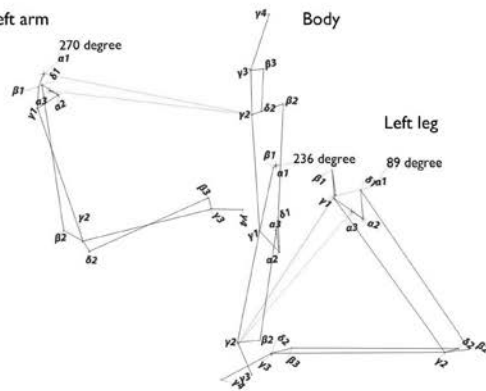


(b)

Left arm

Body

Left leg

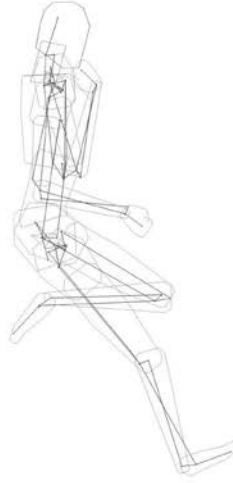


【 図 5 3 】

Human run

Side view

(a)

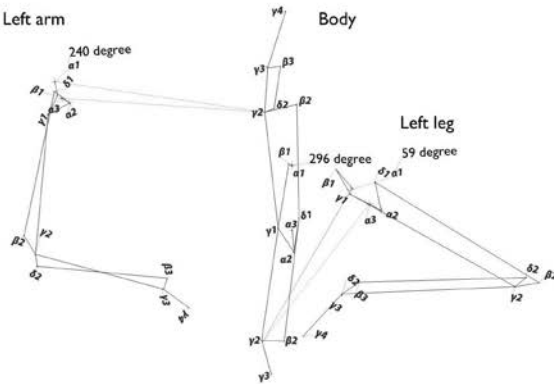


(b)

Left arm

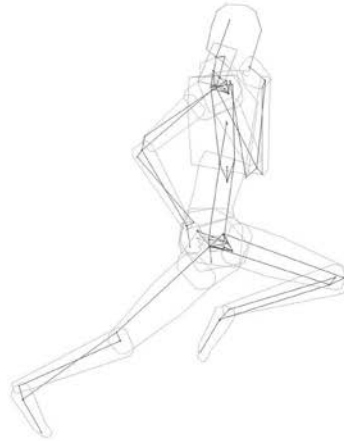
Body

Left leg



【 図 5 4 】

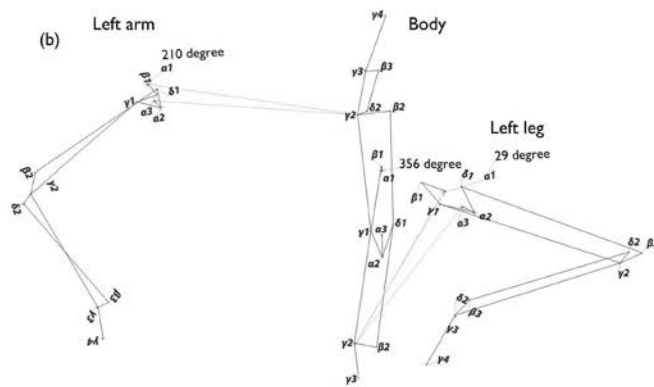
(a)



Left arm

## Body

Left leg

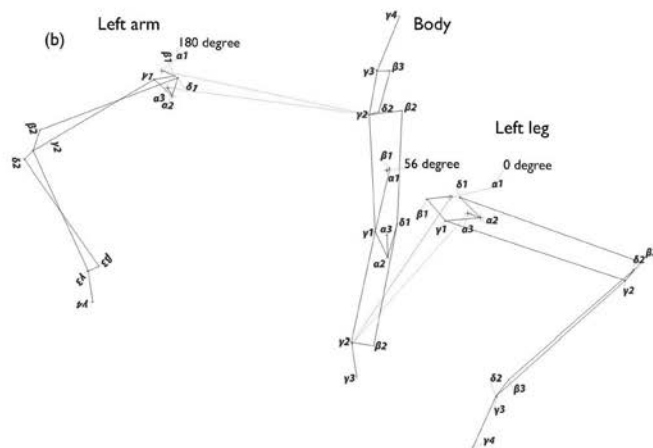


【 図 5 5 】

Human run

Side view

(a)



【 図 5 6 】

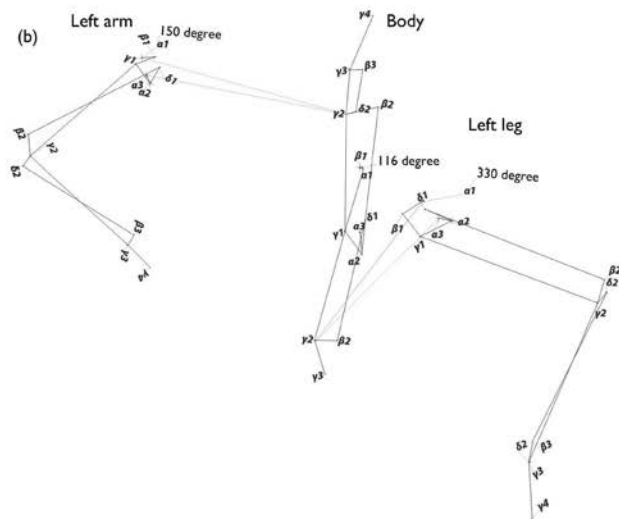
Human run

Side view

(a)



(b)

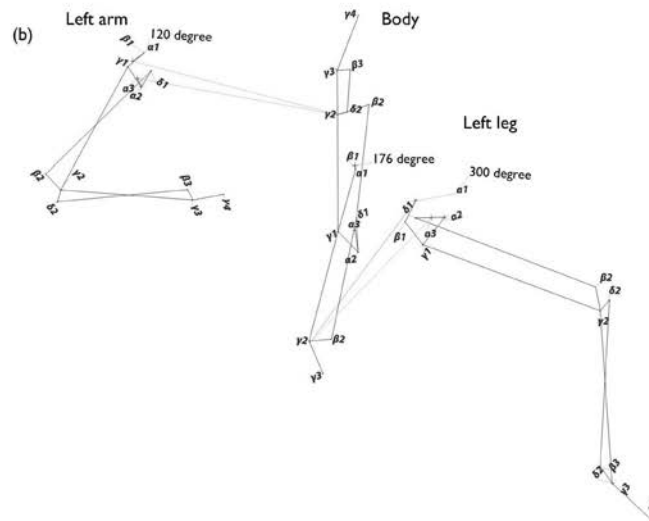


【 図 5 7 】

Human run

Side view

(a)



【 図 5 8 】

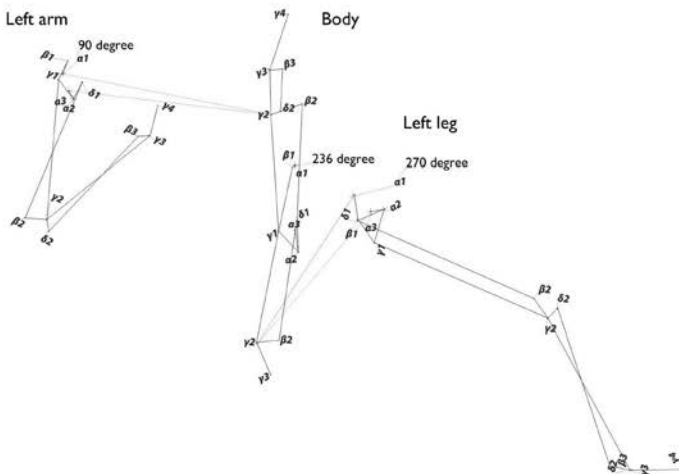
(a)



Left arm

Body

Left leg



【 図 5 9 】

Human run

Side view

(a)

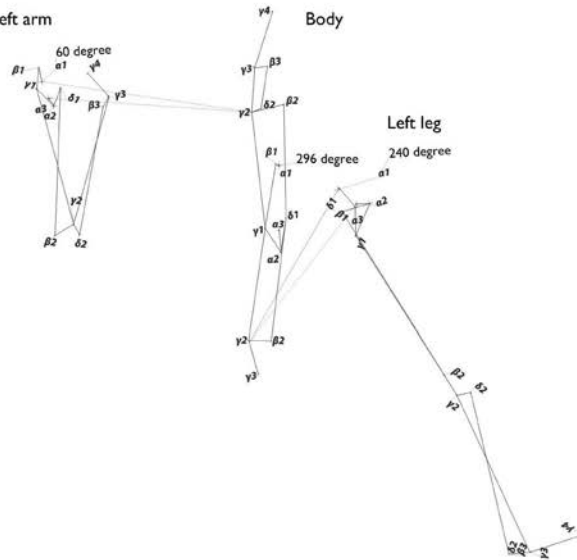


(b)

Left arm

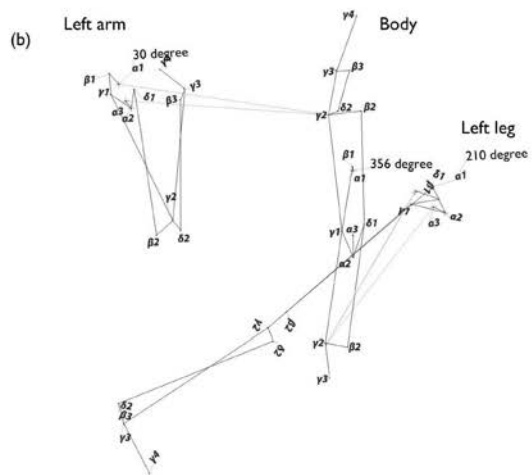
Body

Left leg



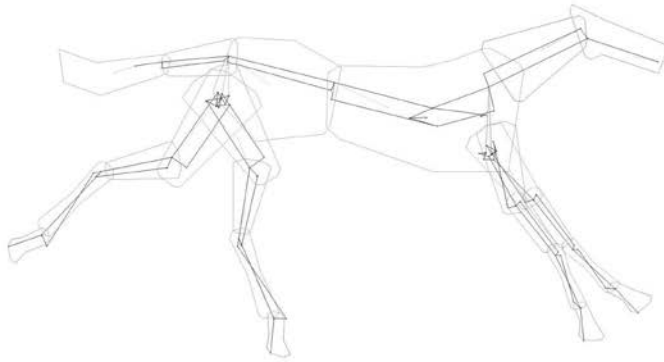
【 図 6 0 】

(a)

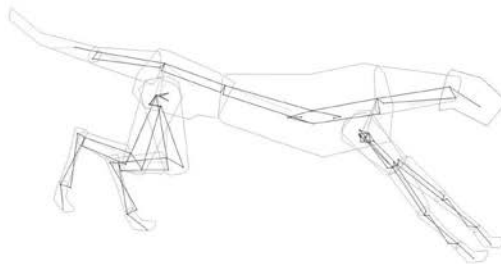


【図 6 1】

Horse  
Side view

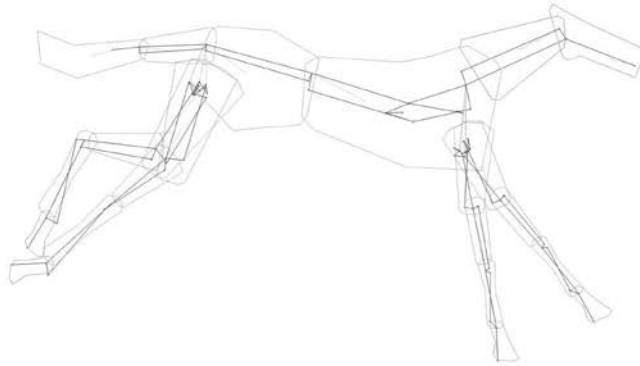


Leopard  
Side view

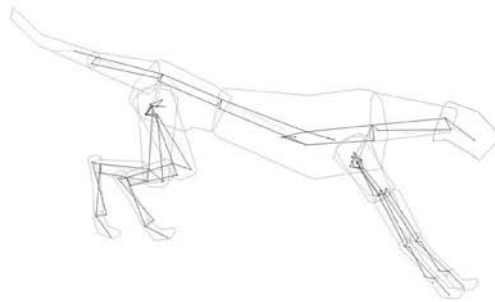


【図 6 2】

Horse  
Side view

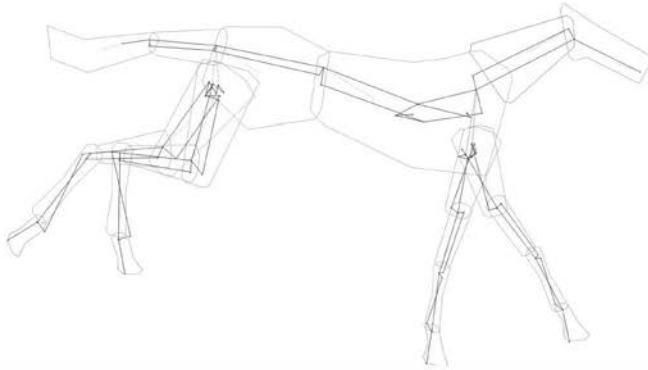


Leopard  
Side view

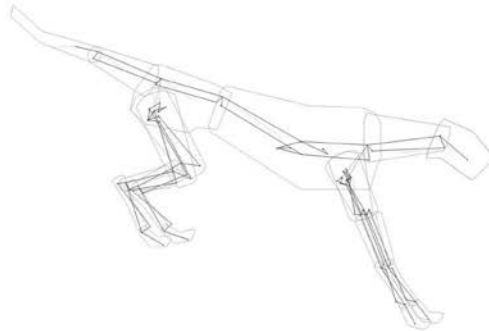


【図 6 3】

Horse  
Side view

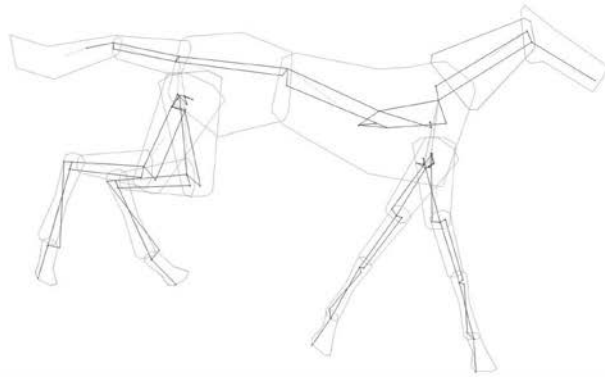


Leopard  
Side view

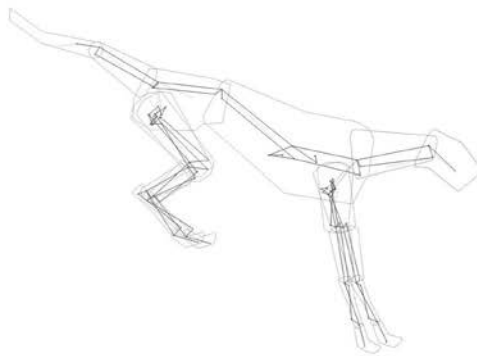


【 図 6 4 】

Horse  
Side view

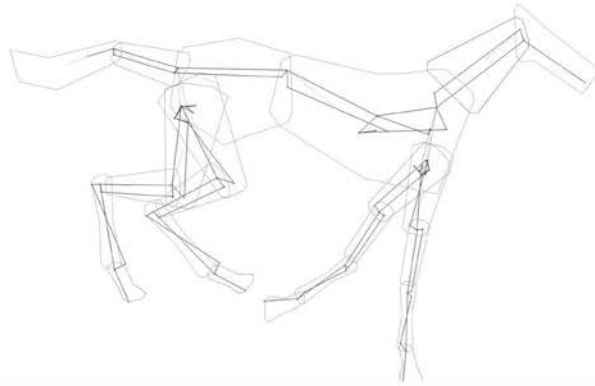


Leopard  
Side view

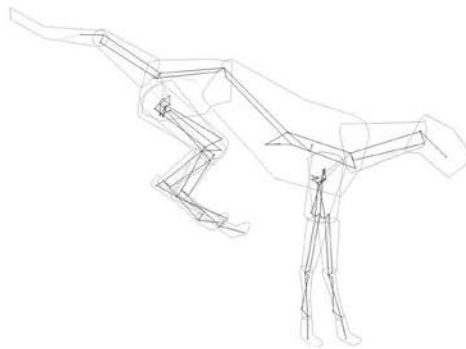


【 図 6 5 】

Horse  
Side view

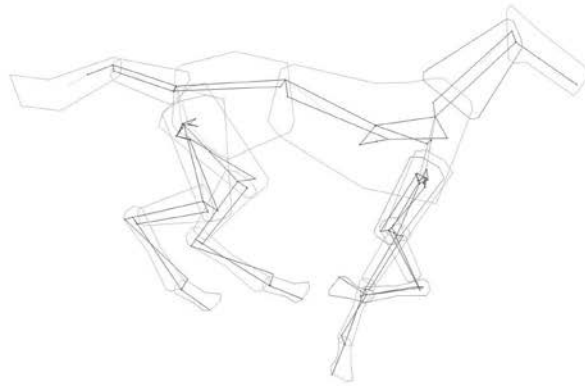


Leopard  
Side view

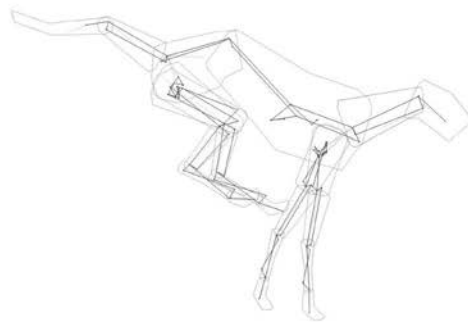


【 図 6 6 】

Horse  
Side view

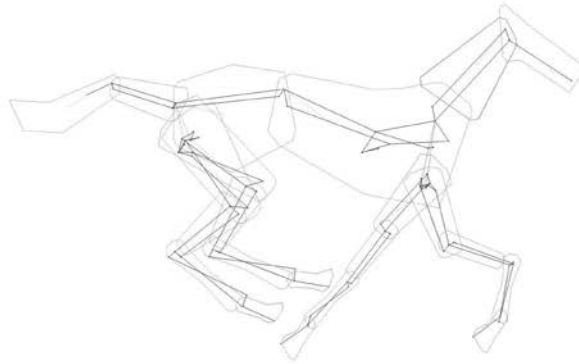


Leopard  
Side view

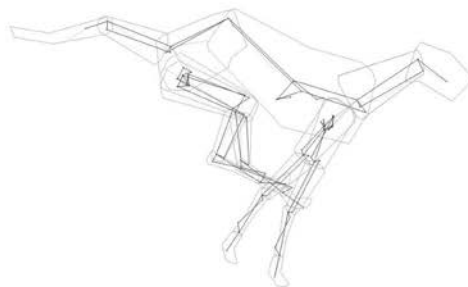


【図 67】

Horse  
Side view

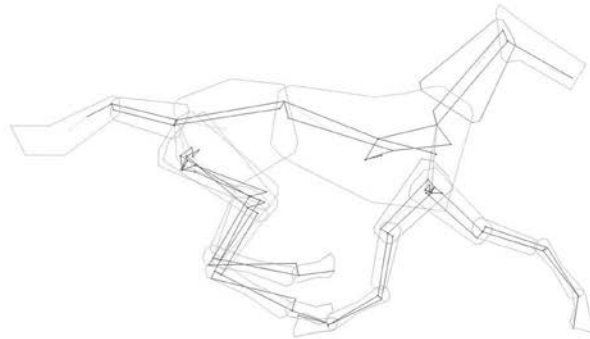


Leopard  
Side view

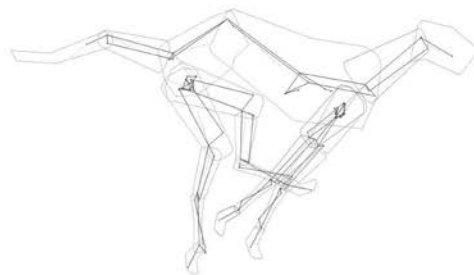


【 図 6 8 】

Horse  
Side view

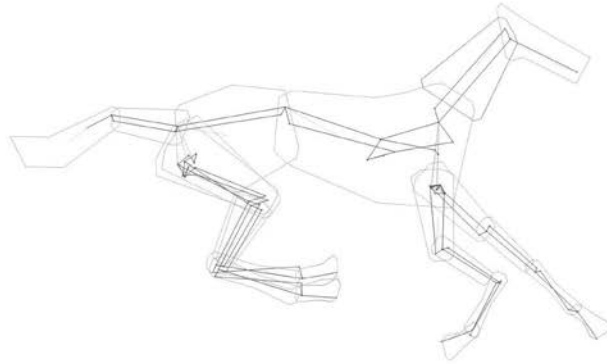


Leopard  
Side view

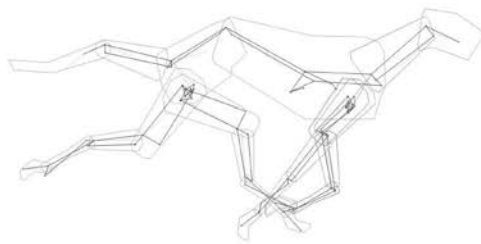


【図 69】

Horse  
Side view

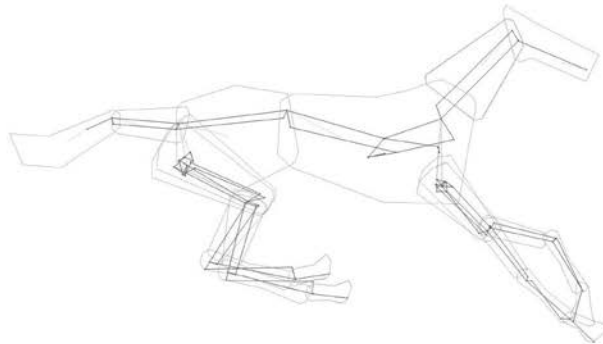


Leopard  
Side view

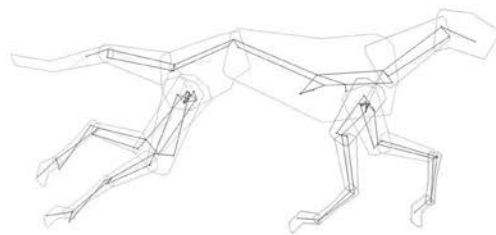


【 図 7 0 】

Horse  
Side view

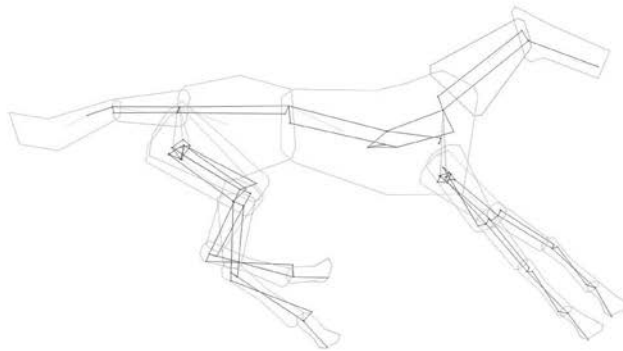


Leopard  
Side view

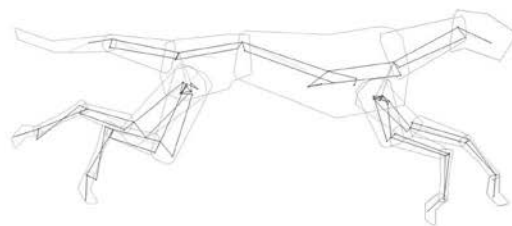


【 図 7 1 】

Horse  
Side view

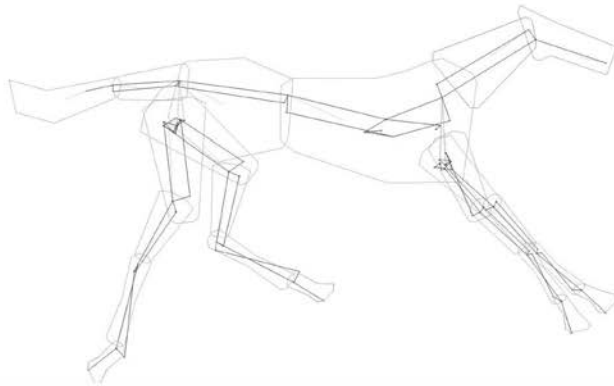


Leopard  
Side view

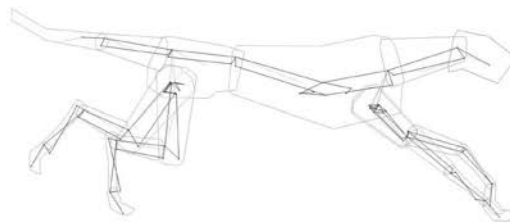


【 図 7 2 】

Horse  
Side view

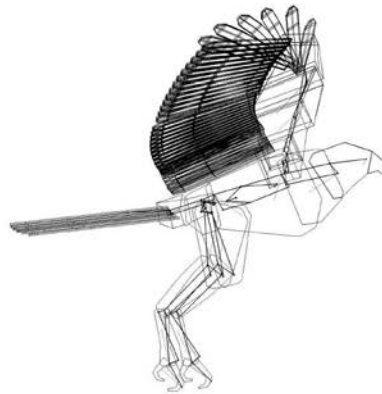


Leopard  
Side view

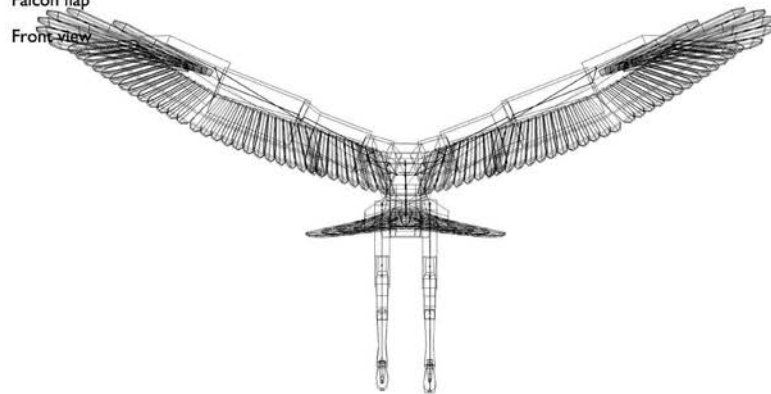


【 図 7 3 】

Falcon flap  
Side view



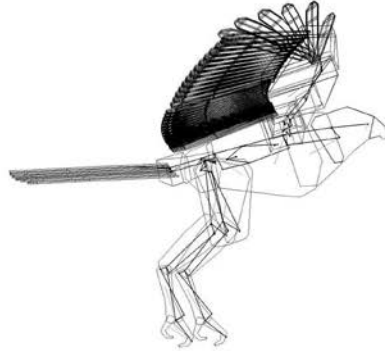
Falcon flap  
Front view



【 図 7 4 】

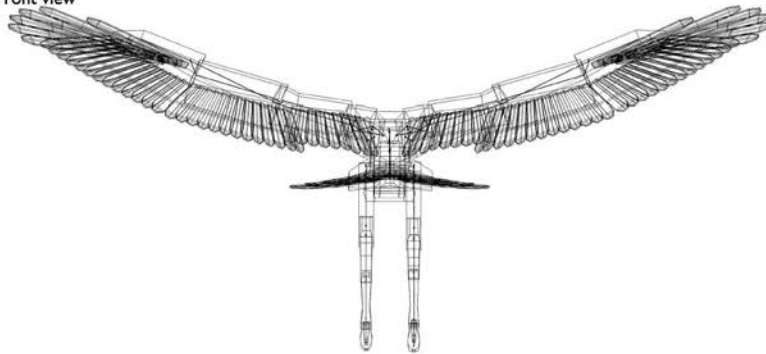
Falcon flap

Side view



Falcon flap

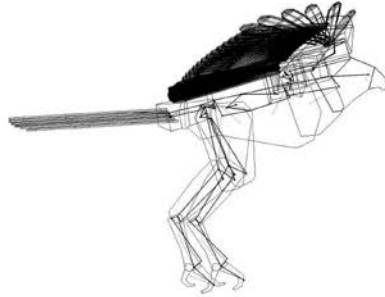
Front view



【 図 7 5 】

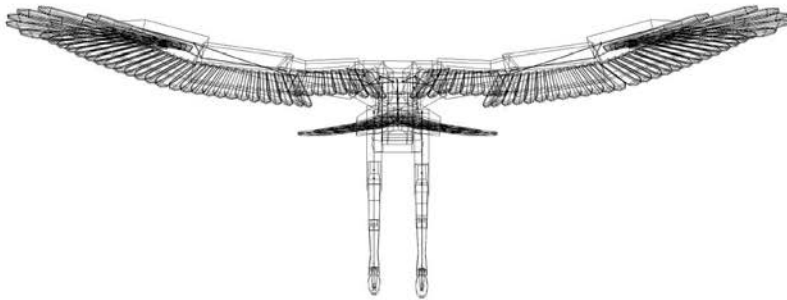
Falcon flap

Side view



Falcon flap

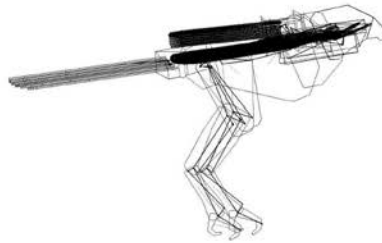
Front view



【図 76】

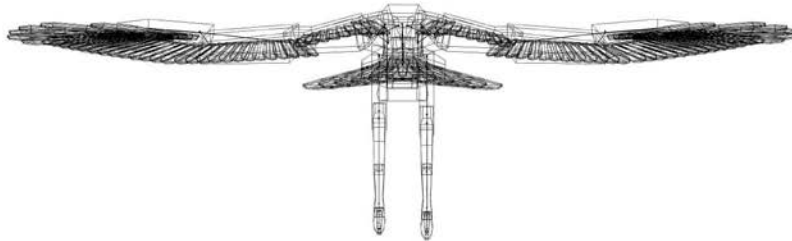
Falcon flap

Side view



Falcon flap

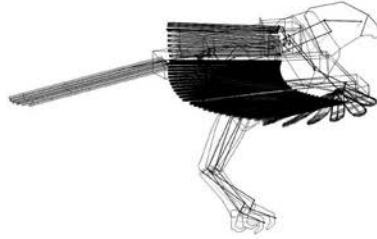
Front view



【 図 7 7 】

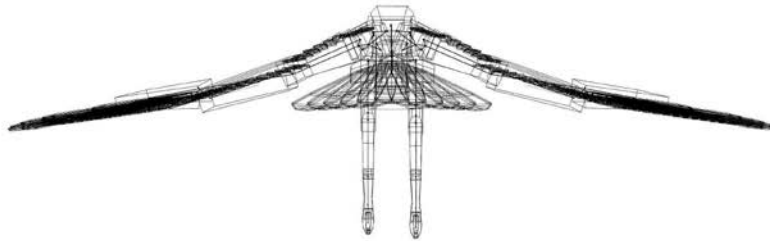
Falcon flap

Side view



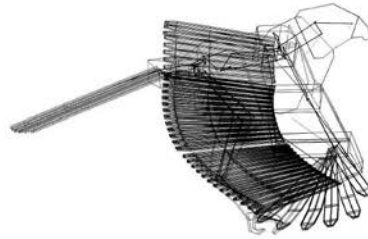
Falcon flap

Front view

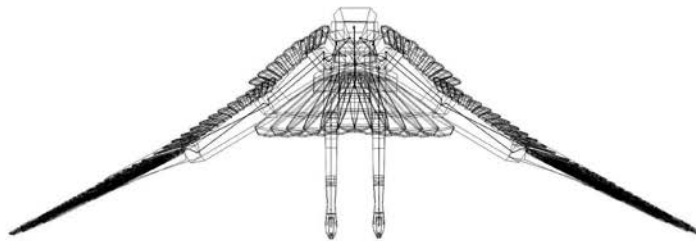


【 図 7 8 】

Falcon flap  
Side view



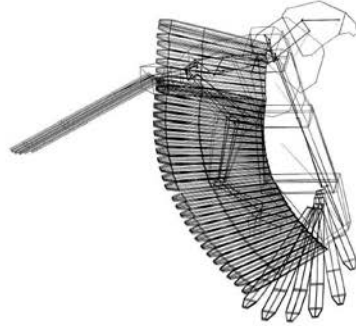
Falcon flap  
Front view



【 図 7 9 】

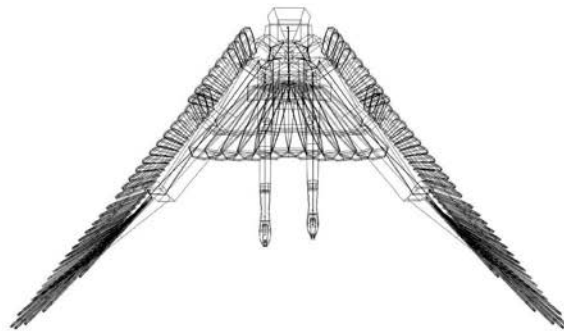
Falcon flap

Side view



Falcon flap

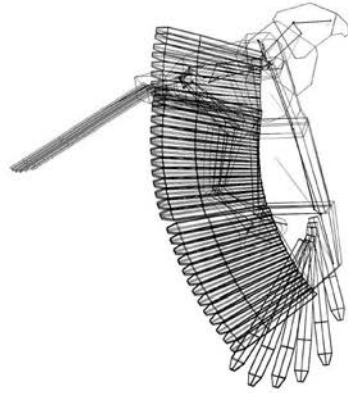
Front view



【図 80】

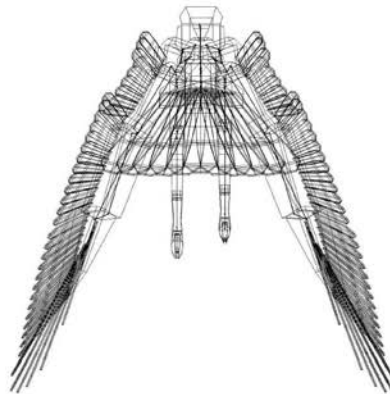
Falcon flap

Side view



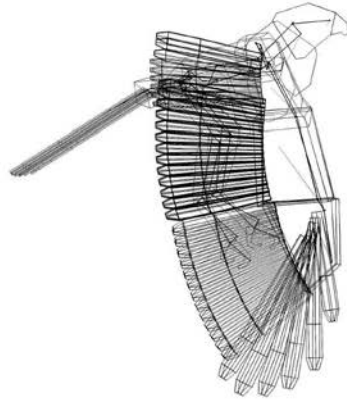
Falcon flap

Front view

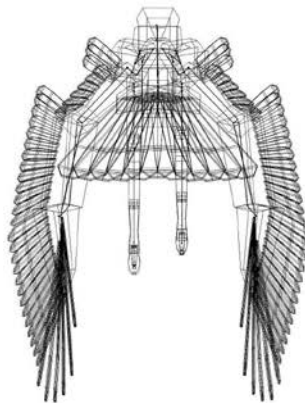


【 図 8 1 】

Falcon flap  
Side view

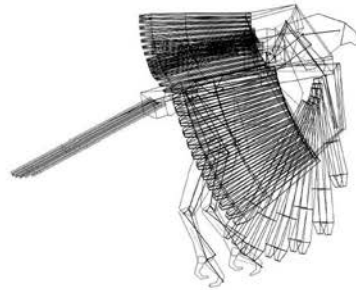


Falcon flap  
Front view

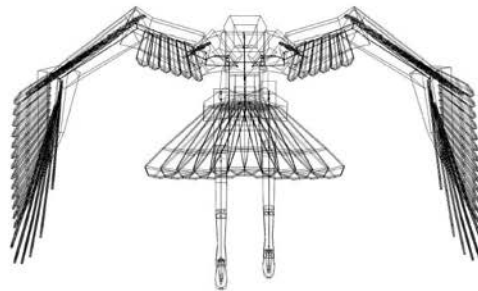


【図 8 2】

Falcon flap  
Side view



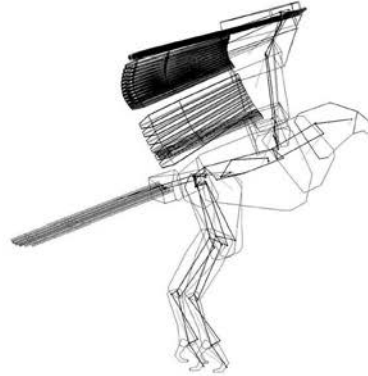
Falcon flap  
Front view



【 図 8 3 】

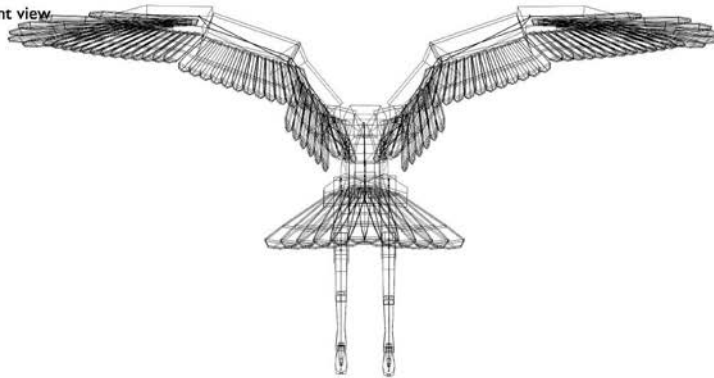
Falcon flap

Side view



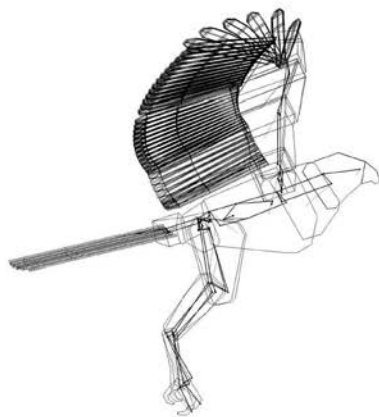
Falcon flap

Front view

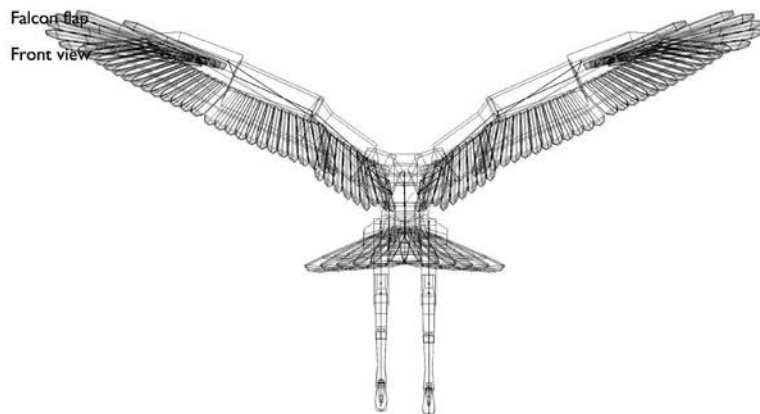


【 図 8 4 】

Falcon flap  
Side view



Falcon flap  
Front view



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-144581(JP,A)  
特開2005-144582(JP,A)  
特開2005-144583(JP,A)  
特公昭55-019627(JP,B2)  
特公平03-063393(JP,B2)  
特開2005-246565(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A63H 1/00~37/00  
B25J 5/00~5/06  
B25J 17/00