九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ユーザ参加型バーチャル水族館（第1報）

岩崎，勤
長崎総合科学大学機械工学科

木村，明大
長崎総合科学大学機械工学科

轟，祐吉
九州芸術工科大学芸術情報設計学科

広瀬，勇一郎
九州芸術工科大学芸術情報設計学科

他

https://hdl.handle.net/2324/4482073

出版情報：Proceedings of the Virtual Reality Society of Japan, Annual Conference. 5, pp.1-, 2000-09. The Virtual Reality Society of Japan
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

日本バーチャルリアリティ学会第５回大会論文集(2000年９月)

ユーザ参加型バーチャル水族館（第１報）

Interactive Virtual Aquarium (1st report)

岩崎　勤[1)]，木村　明大[1)]，轟　祐吉[2)]，広瀬勇一郎[2)]，高木英行[2)]，竹田　仰[1)]
Tsutomu IWASAKI, Akihiro KIMURA, Yukichi TODOROKI, Yuichiro HIROSE,
Hideyuki TAKAGI, Takashi TAKEDA

1)長崎総合科学大学 機械工学科
(〒851-0193　長崎市網場町536，takeda@csce.nias.ac.jp)
2)九州芸術工科大学 芸術情報設計学科
(〒815-8540　福岡市南区塩原４丁目9-1，takagi@kyushu-id.ac.jp)

Abstruct:A new Aquarium is planned to open in Nagasaki City next Spring. Part of the Aquarium will feature a "Virtual Aquarium" using VR technology.The purpose of the Virtual Aquarium is to enhance children's sense of fascination with the inherent beauty that exists in the sea as well as nurturing a sense of closeness with sealife.The Virtual Aquarium currently been planned is working to provide the opportunity for one to "create your own fish and see them swim".Software is being developed to allow one to easily create in CG any fish that you can imagine,even if you can't draw.To make this possible an interactive evolutionary computation (IEC) algorithm is being used to develop the software necessary to create the CG based on subjective evaluation of user input.

keywords: *virtual reality, IEC, virtual aquarium*

１．はじめに

平成13年春に，長崎市に新水族館がオープンする．この水族館の主目的は，旧長崎水族館が営々と飼育してきたペンギンを更に前面に押し出して，ペンギンとの触れ合いを積極的に行い，ペンギンの生態を調査し，その情報を世界に向けて発信することであるが，それに加えて，子供たちに海のもつ魅力を身近に感じてもらうために，ＶＲの技術を駆使して＜バーチャル水族館＞を施設内に施工して，海洋の神秘についてイメージ体験することである．このＶＲ水族館には，種々のアイディアが現在検討されているが，その中で「自分が制作した魚が泳ぐ」という企画が進行中である．これは魚を見るだけではなく，自分のイメージで魚を制作し，仮想の水槽に放し，他の人が作った魚と互いに影響し合いながら水槽の中で泳がせ，その様子を鑑賞するというものである．しかし，ＣＧの素養があり，コンピュータで絵を描くことに慣れている人はいいが，実際にはなかなか制作に困難が伴う．そこで，自分が泳がせたい魚のイメージさえ持っていれば，直接にＣＧで描かなくてもコンピュータがその人の好みに近い魚を自動生成するソフトウェアの開発設計を行う要求がでてきた．これを実現するためユーザの主観評価を取り入れられるインタラクティブ進化計算（IEC）のアルゴリズムをこのソフトウェア開発に利用することにした[1]．以下，IECの概要から実際に魚の形状を，世代を繰り返しながら進化させた様子について報告する．

２．インタラクティブ進化計算の概要

２．１　探索空間と最適化

イメージ通りの魚の形を作成するには，そのユーザがより気に入る形を見つけなければならない．そのシステムにとって最も適した解を探し出すことを最適化というが，この場合ユーザがイメージした魚の形を決定することが最適化である．数多くある魚の形を示す変数と，それぞれの形に対するユーザの好みの度合いを値にしたものが決定すると，図１に示すように，そのユーザの魚の形に対する好みを表す探索空間ができあがる．問題は，この探索空間の中に存在するユーザの最適解にできるだけ近い形をいかに実

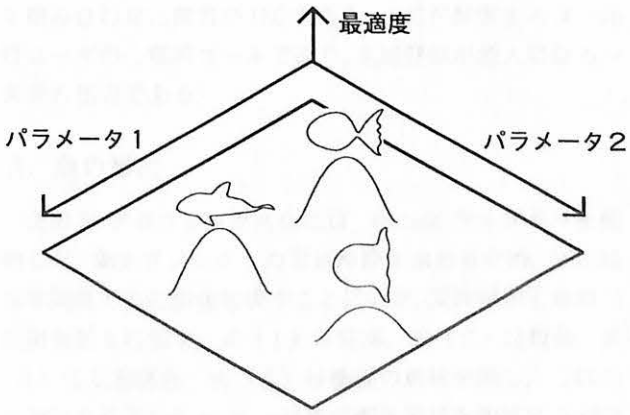


図１　探索空間の例

用的時間内に見つけ出すかということである.探索によく用いられる方法に,勾配法がある.これは探索空間の部分的な傾き情報をたよりに最適解を求める方法である.しかし,これは勾配情報のみを用いているので,探索の進め方が現在の局所的な幾何学情報に強く影響を受け,時には局所最小解に陥ってしまう.人間のイメージという曖昧な部分を多く含む探索空間は局所最小解に陥る要因が多くあると考えられる.これに対し,たくさんの探索子を設け探索空間全体の情報を分析しながら次の探索地点を指示する方法がある.もともとIECはこのタイプの探索手法として用いられる遺伝的アルゴリズム(GA)を応用したものである.生物の進化にヒントを得た探索や最適化のアルゴリズムを,進化的計算(evolutionary computation)といい,探索や最適化が次のように行われる.

(1)多数の探索点,もしくは解候補に基づいている.
(2)交差や突然変異のような生物進化にヒントを得た演算手法.
(3)確率的探索,確率的演算に基づく.
(4)探索空間に関する情報をほとんど用いない.(例:勾配法における探索空間の微分情報)

GAは,通常ビットコーティングした(遺伝子型)染色体で解を表現し,選択,交差および突然変異の遺伝的演算で,遺伝子型空間上のより良い解候補を探索する.交差が最も支配的である.

2.2 遺伝的アルゴリズム(GA)

GAは,探索空間上の至る所に広がった現在の探索点の表価値を用いて次の探索点を決定する.そして,局所最小解から抜け出すために突然変異演算も用意している.これらの理由から,最適条件近傍へすばやく収束し,複雑な探索空間で優れた大域的探索能力を示す.しかしながら,最適解近傍での収束速度が遅い.図2にGAの処理過程を,図3にはデータの流れを示す.図3では複数の解がビットコード(遺伝子型)で表現され,応用タスクで使われる表現型の数値に戻される.これら解候補はタスクに適用されて評価を受ける.この表価値がフィットネス値である.フィットネス値はGAにフィードバックされ,その値に基づいて現在の解候補を選択する.選ばれた解候補は次の探索点を決定する親となる.これは優れた親は確率的に優れた子供を生むという期待に基づいており,次世代の子供は,選択された親が交差や突然変異のGA演算を受けることによって生成される.この検索過程は,要求探索レベルに達するまで繰り返される.

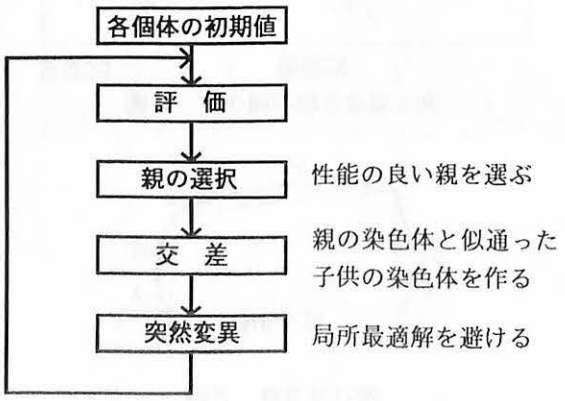


図2　GAの処理過程

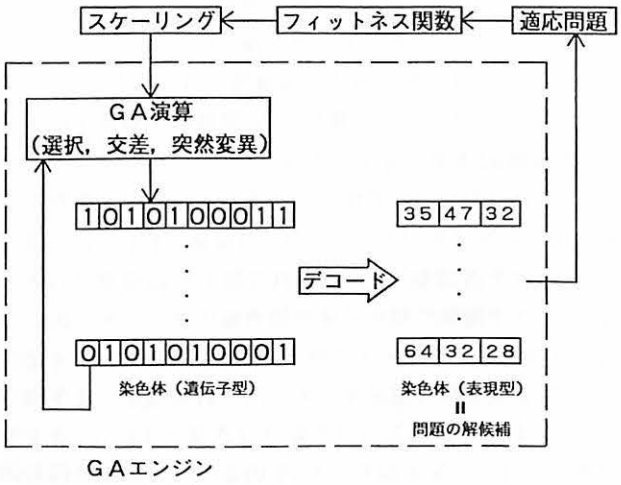


図3　GAのデータの流れ

2.3 インタラクティブ進化計算(IEC)

図3のフィットネス関数はフィットネス値を決定するものである.IECとは,人間と機械の相互作用によってシステム出力を望ましい方向に最適化する手法であり,人間の主観評価に基づいて進化的計算がシステムを最適にするものである.つまりフィットネス関数を人間に置き換えたものである.魚のイメージのように,人間の心にある印象,好みなどが最適化における望ましい規範となる場合,主観的価値観を扱う感性レベルの次元でしか評価できない.このような場合,人間のみがシステム出力の善し悪しを評価できるのだから,人間そのものを最適化系に取り込み本人の評価に基づいてコンピュータに最適化させようという試みである.また,数値的ゴールが与えにくく,心理曲面の勾配情報をつかうわけにもいかないため,従来の多くの最適化手法を適用することができない.勾配情報のような探索曲面の情報を用いず,表価値のみを頼りに探索する進化的計算はこの種の最適化に向いている.これら二つの条件を組み合わせた探索がIECである.IECが探索するゴールはユーザの心理的ゴールであり,主観評価が最大になるシステム出力である.

3. 魚の形成

魚の3Dグラフィックス化には,OpenGLライブラリを使用した.魚オブジェクトの頂点座標を求めるため,下記に示す関数で魚の胴体を表すことにした.関数が示す魚の三面図を図4に示す.式(1)は背部,式(2)は腹部,式(3)は左右側面,式(4)は断面の曲線を表し,これらに用いられているa,p,qは魚の胴体形状を決定するパラメータである.このパラメータを変えることにより様々な

魚の形状が発生する．ヒレは胴体とは別に作成し，後からくっつけるようにした．胴体と一緒に作成しようとして関数の要因として取り込むと構造が複雑になるからである．ヒレの作成概念を図５に示す．ヒレはまず，図５のA，B，C，Dにあたる４つの頂点を決め，胴体に接するAD間を除く各頂点間をベジェ曲線で補完することによって形作った．１つのベジェ曲線を作るには，４つの制御点が必要であり，A_1，B_1，B_2，C_1，C_2，D_1はそれらを表す．頂点AとDについてはヒレを構成する線分の両端であるので，制御点が１つ少ない．これら頂点と制御点はすべて位置を導き出すパラメータが定義されている．まず，頂点AとDのx座標が直接パラメータで与えられる．x座標が決まるとこの２つの点は魚の胴体表面上の点であるので魚オブジェクトの頂点座標を求める関数で，y座標及びz座標が決まる．頂点A，Dの位置が決定すると，頂点B，Cそれぞれまでの座標的な位置関係，各座標軸における距離がパラメータで与えられ頂点B，Cが決定する．４つの頂点が決まったので，それからのびるベジェ曲線の制御点もそれぞれパラメータによって位置関係が定義されて決定する．以上の過程で形作られたヒレはそのヒレが依存する部分の胴体の輪郭に影響を受け，その輪郭に沿うように展開する．

$$y_1 = a_1 x^{p1} (n-x)^{q1} \quad (1)$$

$$y_2 = -a_2 x^{p2} (n-x)^{q2} \quad (2)$$

$$z_1 = \pm a_3 x^{p3} (n-x)^{q3} \quad (3)$$

$$z_2 = \pm a_4 (y-y_2)^{p4} (y_1-y)^{q4} \quad (4)$$

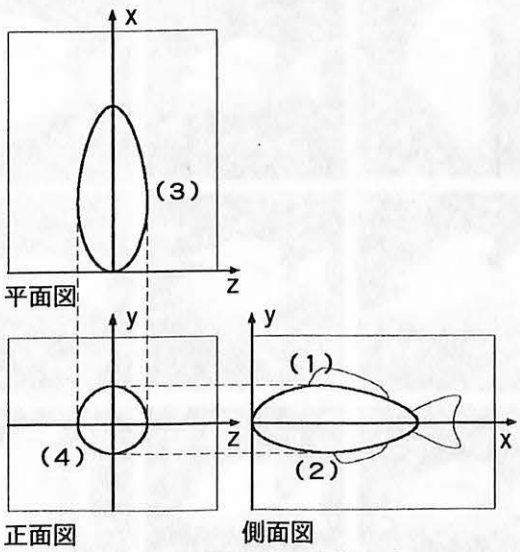


図４　魚の胴体部の曲線と式

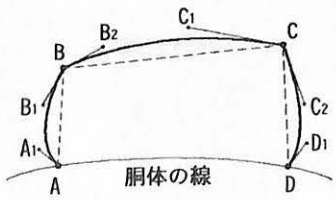


図５　魚のヒレ部

４．具体的システム構成と流れ

本システムは，GAの処理過程を応用したものであり，評価部をユーザの主観評価で担っている．したがって，GAに基づいて，入力された評価値から次世代の個体パラメータを算出する進化計算部，進化計算が出力したパラメータをもとに魚を作成し，ユーザに対して表示するCG描画部，そして評価そのものを行うユーザの３つに分けられる．図６に構造図を示す．最初に，パラメータにランダムな値が設定された魚が20匹生成される．ユーザは20匹それぞれに，自分のイメージとの適合程度を５段階で評価する．この評価値を基に進化計算を行い，パラメータを次世代のものに更新する．更新されたパラメータを用い再び魚を20匹作成する．こうして新たに作成されたこれらの魚は，ユーザの評価が反映しているので，ユーザのイメージに近い魚が多く含まれるはずである．このサイクルを繰り返し，ユーザのイメージした魚に近づけていき，ユーザが気に入った魚を見つけた段階で終了となる．付録に作成された魚が進化する過程を示す．

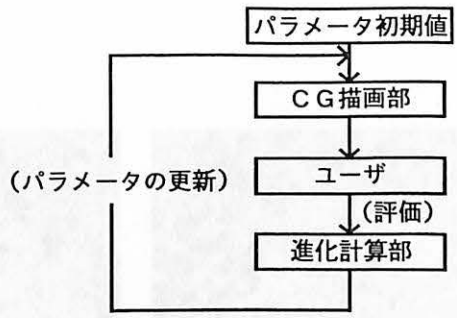
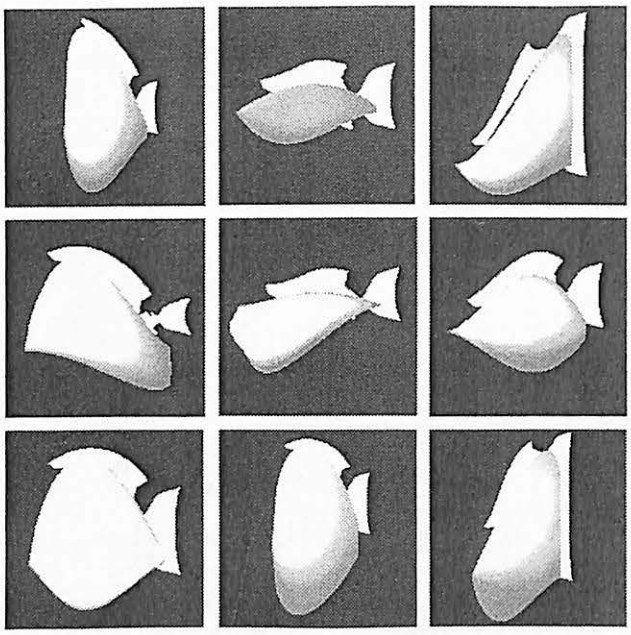


図６　魚形状決定までの流れ

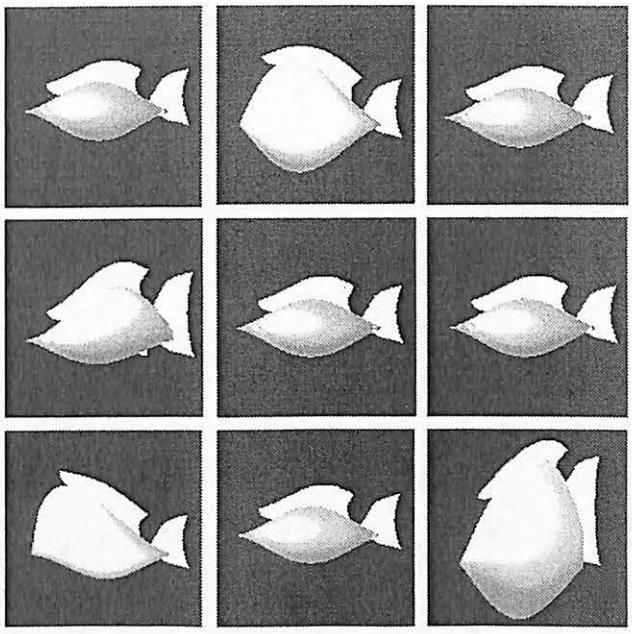
５．おわりに

現段階では，魚の生成システムを整えただけである．現在，魚を作成するのに使用している関数では，描ける形状に限界があり，面白味に欠ける．これはヒレに関しても同じことが言える．また生成される魚の数を20匹としたのは，進化計算部が十分に計算を行うために必要とされる個体数として必要だったからである．しかしながら，実際ユーザが何サイクルにわたって，いちいち20匹それぞれに評価を与えることは，時間の面からも，ユーザに与えるストレスの面からも実用的ではない．インタフェースとしても評価値の入力方法や表示された魚をいかに見やすくするかという部分で課題が残る．今回は第１報ということで，魚の作成システムについて述べた．本手法をさらに改良すると共に，今後の課題として，本研究で得られた魚をアニメーション化して，魚らしく動かすというIEC手法の開発も行う必要がある．

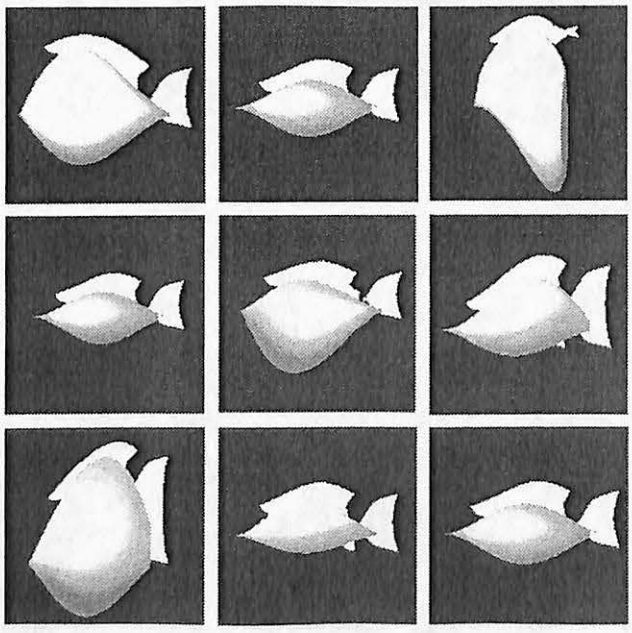
付録　第１世代～第８世代までの進化の様子
（ここでは，紙面の関係で各世代20匹の内，９匹にしぼって表示している）



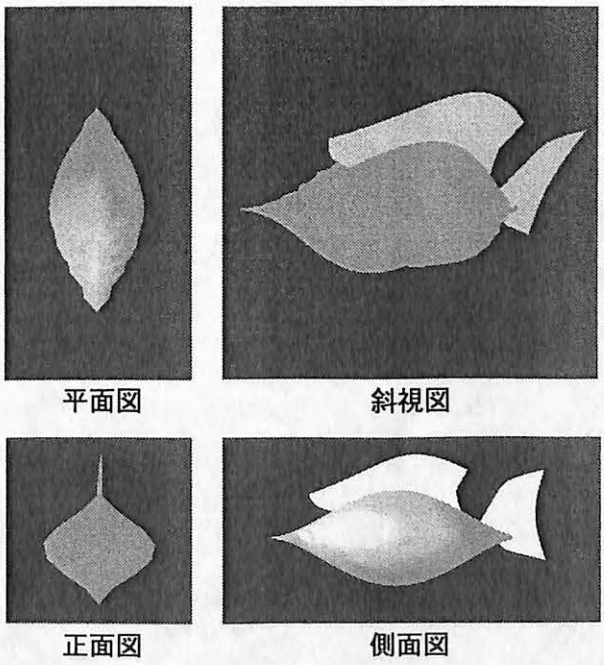
第１世代



第８世代



第５世代



平面図　斜視図

正面図　側面図

第８世代の中で主観的によいと思ったものの三面図

参考文献

[1] 田口善弘，三井秀樹，高木英行：複雑系のキーワード，共立出版，（2000年）