

第2章 より進んだ探索方法

この方法は有効です。

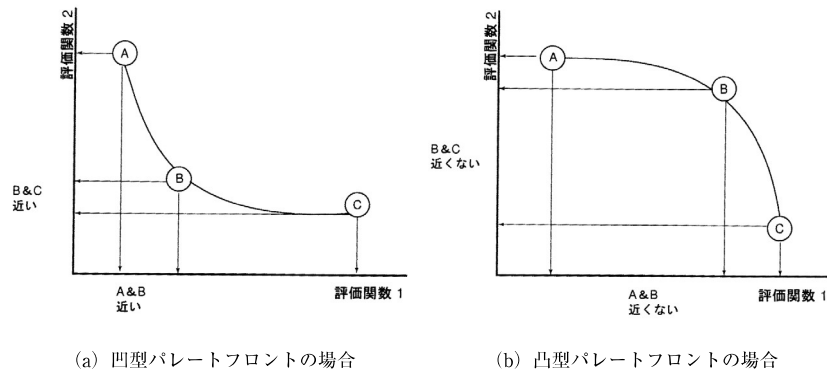


図2-15 ◆ パレート最適部分の凹凸

この他にも多目的最適化についてはさまざまな研究がなされています。詳しくは [Ghosh *et. al.*08, Ishibuchi *et. al.*08, Deb *et. al.*08]などを参照してください。

2.6 パレート最適化シミュレータ

パレート最適化を試すためのGAシミュレータが提供されています。図2-16はこのシミュレータの実行画面です。点がそれぞれ各個体です。その近くに書かれている数字が優越されている個体数を示しています（自分自身を含む）。パレートフロントの個体は1と表示されます。

このシミュレータでは2つの目標値（適合度関数） $f_1(x)$, $f_2(x)$ をGAにより最小化します。2つの目標値はFunction 1 とFunction 2 のボックスに設定できるようになっています。

GAのパラメータ（集団数や世代数など）を設定した後でStartボタンをクリックすると探索を開始します。なお、実行時にグラフをクリックするとオートズームを解除することができます。もう一度クリックすると再び有効になります。

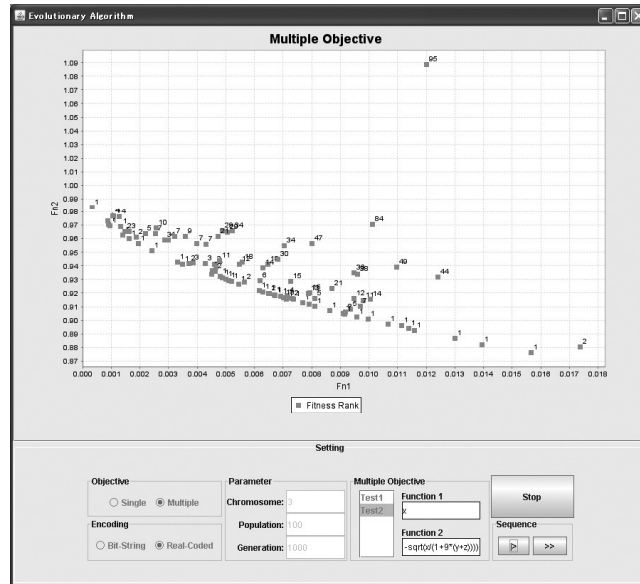


図2-16 ◆ パレート最適化シミュレータの実行画面

以下の問題設定は、くぼみのあるパレートフロントを持ちます。

$$f_1(x) = x$$

$$f_2(x) = 1 - x^\alpha$$

この問題は、 $\alpha = 0.5$ のとき凸型パレートフロント、 $\alpha = 2.0$ のとき非凸型パレートフロントとなります。

図2-17と図2-18は、それぞれ $\alpha = 0.5$ と $\alpha = 2.0$ のときの実行結果です。たしかにそれぞれ凸型、凹型のパレートフロントが得られていることが分かります。

第2章 より進んだ探索方法

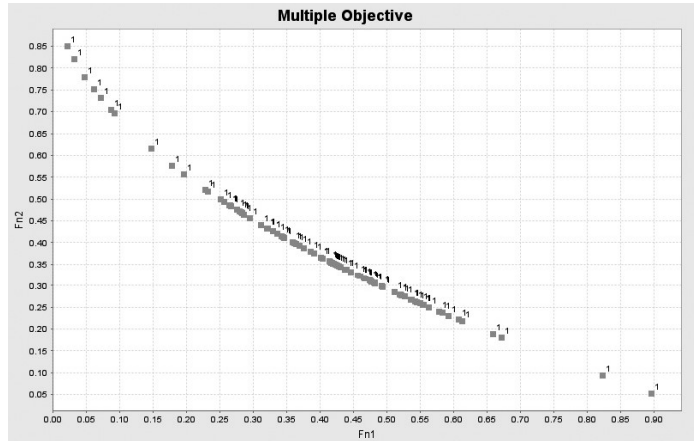


図2-17 ◆ 凸型パレートフロント ($\alpha = 0.5$)

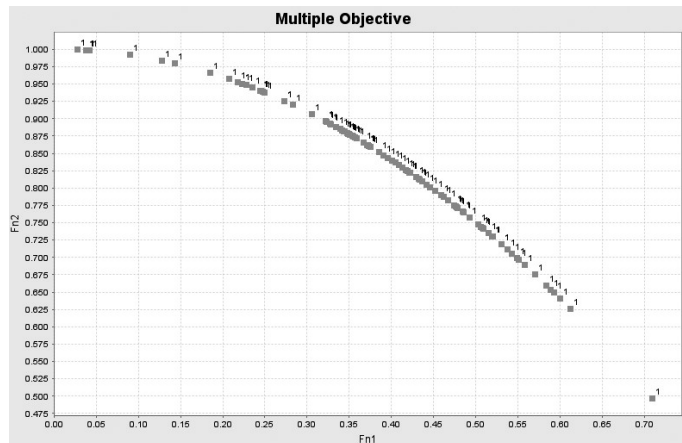


図2-18 ◆ 凹型パレートフロント ($\alpha = 2.0$)

なお、これらの関数の記述には、

Function 1: x

Function 2: $1 - \sqrt{x}$

Function 1: x

Function 2: $1 - x^2$

をそれぞれのボックスに入力します。

また、次のような複雑な目標値を考えてみましょう。

$$f_1(x) = x$$

$$f_2(x) = 1 - x^{0.25} - x \sin(10\pi x)$$

これは不連続なパレートフロントを持つ難しい問題とされています。このような関数を記述するには、

Function 1: x

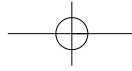
Function 2: 1- pow(x,0.25)-x*sin(10*3.1415*x)

をそれぞれのボックスに入力します。

関数を入力した後でシミュレータを実行してみましょう。複雑なパレートフロントが形成されることが分かります (図2-19参照)。

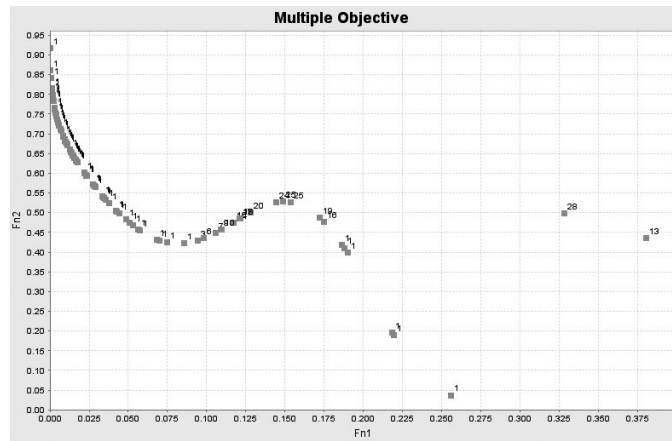
表2-1 ◆ 使用可能な関数の一覧

	記号	内容
定数	数値	数値定数 (1, 2.0, 3.0E10 等)
	PI	円周率 (3.14159...)
	E	自然対数の底 (2.7182...)
演算子	+ =	四則演算
	-	負の数値
関数	abs(x)	絶対値
	sqrt(x)	平方根
	exp(x)	指数関数
	log(x)	対数関数 (自然対数)
	pow(x,y)	べき乗 (xのy乗)
	sin(x)	正弦関数
	cos(x)	余弦関数
	tan(x)	正接関数
	asin(x)	逆正弦関数
	acos(x)	逆余弦関数
	atan(x)	逆正接関数
	round(x)	四捨五入
	max(x,y)	最大値
	min(x,y)	最小値
	round()	乱数

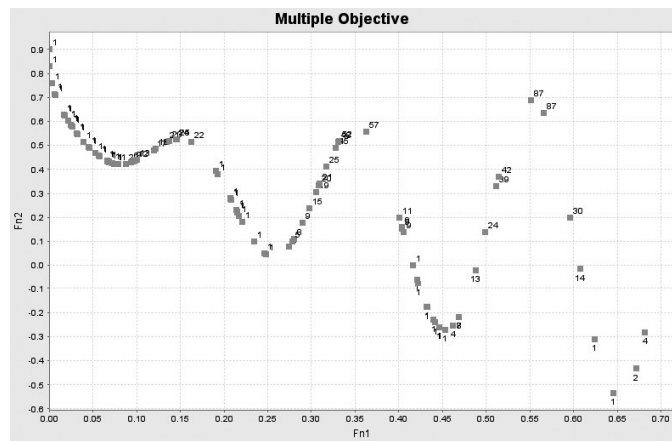


第2章 より進んだ探索方法

このシミュレータでは自分で関数を定義できます。通常の四則演算の他に超越関数なども使用可能です。使用できる関数の一覧は表2-1にあります。入力する式は x, y, z を変数とする3変数関数となります。変数の範囲（探索空間）は任意の正值となっています。シミュレータを実行すると、 $f_1(x, y, z)$, $f_2(x, y, z)$ をそれぞれ横軸、縦軸としてパレート図を表示します。さまざまな適合度関数を入力してパレートフロント形成のようすを実験してみましょう。



(a)



(b)

図2-19 ◆ 不連続なパレートフロント

