

24 de OCTUBRE de 2022

iván moreno granado

universidad de sevilla

IVAMORGRA@ALUM.US.ES

competición. RESULTADOS EXPERIMENTALES

ejercicio obligatorio aplicaciones de soft computing

Contenido

[***1.- Resultados experimentales con capacidad de cómputo de 10000 evaluaciones*** 3](#_Toc117424993)

[***1.1.- Población de 40 individuos y 250 generaciones*** 3](#_Toc117424994)

[7](#_Toc117424995)

[***1.2.- Población de 100 individuos y 100 generaciones*** 8](#_Toc117424996)

[***1.3.- Población de 200 individuos y 50 generaciones*** 13](#_Toc117424997)

[***2.- Resultados experimentales con capacidad de cómputo de 4000 evaluaciones*** 18](#_Toc117424998)

[***2.1.- Población de 40 individuos y 100 generaciones*** 18](#_Toc117424999)

[***2.2.- Población de 80 individuos y 50 generaciones*** 23](#_Toc117425000)

[***2.3.- Población de 100 individuos y 40 generaciones*** 28](#_Toc117425001)

[***8.- Conclusión*** 33](#_Toc117425002)

Tabla de contenidos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Versión** | **Descripción** | **Fecha** |
| 1.0 | Realización de la introducción y resultados experimentales de ZDT3 | 23/10/22 |
| 1.1 | Comentarios sobre los experimentos de ZDT3 | 24/10/22 |
| 1.2 | Graficas de soluciones de ZDT3 | 27/10/22 |
| 1.3 | Inserción de resultados de CF6 | 30/10/2022 |

Introducción

En este documento se detalla una comparativa entre el algoritmo conocido como NSGAII y el algoritmo basado en agregación. Para ello, se ha implementado este último para posteriormente comparar mediante métricas y estadísticas el algoritmo dado (NSGAII) y el desarrollado (agregación).

Para ello, se han ejecutado métricas comparativas entre el algoritmo conocido (NSGAII) y el algoritmo implementado (Agregación). Para ello, en primer lugar se mostrará gráficas que representarán el hipervolumen, spacing y el coverage set (de tres ejecuciones con diferente semilla). Posteriormente, mediante scripts que ya venían dados y algunos modificados se han hecho estadísticas mediante diez ejecuciones. Teniendo en cuenta que contamos con una capacidad de cómputo de 10000 evaluaciones y 4000 evaluaciones las configuraciones son las siguientes:

1. 10000 evaluaciones:
   1. Población 40 individuos y 250 generaciones
   2. Población de 100 individuos y 100 generaciones
   3. Población de 200 individuos y 50 generaciones
2. 4000 evaluaciones:
   1. Población de 40 individuos y 100 generaciones
   2. Población de 80 individuos y 50 generaciones
   3. Población de 100 individuos y 40 generaciones

Los parámetros ***t*** y ***cr*** valen, respectivamente, un 20% y 0.5 para todos los experimentos. Tan sólo se ha variado en la configuración de los parámetros de población y número de individuos.

A continuación, se procede a explicar el significado de cada una de las tres gráficas que se generan al ejecutar las métricas:

* Gráfica hipervolumen: Nos da una aproximación al frente Pareto mediante hipercubos. En el eje X vienen dadas las generaciones y en el eje Y el valor de ese hipervolumen.
* Gráfica Coverage Set: Sólo tiene sentido esta gráfica si se tienen 2 frentes a comparar (2 conjuntos de soluciones), ya que establece dominancia entre ambos conjuntos. C(1,2) establece el porcentaje de soluciones de 2 que son dominadas por 1. Si C(1,2) = 1 significa que el 100% de soluciones de 2 son dominadas por las soluciones de 1, y viceversa. El eje X representa las generaciones mientras que el eje Y representa el porcentaje de soluciones dominadas de un frente respecto a otro.
* Gráfica Spacing: Representa la desviación estándar de las distancias entre las soluciones vecinas. Cuanto menor sea esta métrica mejor, ya que esto significa que las soluciones están distribuidas de manera más uniforme. El eje X representa las generaciones mientras que el eje Y representa el valor de Spacing.

Cabe destacar que cada una de las estadísticas comparativas se hace en base a un conjunto de 10 ejecuciones diferentes (con 10 semillas). Dicha comparación se hace mediante los ficheros de salida de NSGAII proporcionados en EV y los ficheros de salida generados por el algoritmo implementado.

La representación gráfica de dichas funciones debemos tenerla en cuenta para la interpretación de los resultados. Son las siguientes:

ZDT3

Gráfico

Descripción generada automáticamente con confianza media

Fig : Representación gráfica de ZDT3

CF6

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Fig : Representación gráfica de CF6

Contenido

## 1.- Resultados experimentales con capacidad de cómputo de 10000 evaluaciones

### 1.1.- Población de 40 individuos y 250 generaciones

A continuación, vamos a ver las gráficas correspondientes a los experimentos de las diferentes versiones del algoritmo basado en agregación. En el eje Y se encuentra el resultado de la función resultante y en el eje X el número de generaciones por las que pasa la ejecución. En estos casos, las gráficas representan la última generación y se trata de una sola ejecución por gráfica.

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteEn primer lugar, se hicieron varios experimentos al desarrollar una primera versión de ZDT3. Con esta configuración se obtuvieron varias gráficas:

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Para esta solución no se había implementado aún la mutación gaussiana y tampoco se había implementado la representación del frente de Pareto.

Gráfico

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Esta representación gráfica se corresponde ya a la segunda versión del código, donde se actualizó la ejecución de las iteraciones (generaciones). En la antigua versión, se evaluaba únicamente a cada individuo una vez por generación. En esta versión, se evalúa la función una vez el individuo ha sido transformado mediante las operaciones de cruce y mutación.

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamentePor último, estas dos gráficas representan la solución obtenida con diferentes semillas una vez aplicada la mutación de Gauss, que logra suavizar la solución respecto a las anteriores. Se puede observar un cambio notorio en el acercamiento de la solución al Pareto óptimo. También se puede ver el impacto de la aleatoriedad en la solución. Al ser un algoritmo estocástico, la solución depende mucho de la semilla que parte la población inicial y varía notablemente la solución En esta última versión ya se ha hecho una comparativa con la solución generada por NSGAII:

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

#### 1.1.1.- Semilla 7

Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma

Descripción generada automáticamenteGráfico

Descripción generada automáticamente

#### Interfaz de usuario gráfica Descripción generada automáticamente1.1.2.- SEMILLA 5

Gráfico

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma

Descripción generada automáticamente

Gráfico

Descripción generada automáticamente

#### 1.1.3.- semilla 2

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma

Descripción generada automáticamente

### Gráfico Descripción generada automáticamente

#### 1.1.4.- ESTADÍSTICAS SOBRE MÉTRICAS (10 EJECUCIONES)

Texto

Descripción generada automáticamente

Como podemos observar, se obtiene un hipervolumen similar en el algoritmo NSGAII (algo superior) y el algoritmo de agregación (llamado UNKNOWN). Además, el spacing es menor en NSGAII respecto al implementado. Por tanto, el algoritmo no supera a NSGAII con 40 individuos y 250 generaciones, aunque se acerca bastante.

En cuanto a las gráficas sobre métricas vistas anteriormente, podemos destacar varios patrones generados en las tres ejecuciones:

Aunque vemos que finalmente se alcanza un hipervolumen mayor en NSGAII, con el algoritmo basado en agregación obtenemos con menor generaciones un hipervolumen más alto (véase a las 50 generaciones). Por tanto, se alcanza mayor hipervolumen con menor generaciones (menos cómputo). Sin embargo, cuando aplicamos más generaciones NSGAII es óptimo.

El Coverage Set depende de la ejecución y suele estar muy disputado entre ambos algoritmos. En las primeras ejecuciones con semilla 7 y 5 se puede ver como durante casi toda la ejecución (en el caso de la ejecución con semilla 5 es durante toda la ejecución) hay mayor porcentaje de soluciones de NSGAII (2) superadas por las soluciones del algoritmo basado en agregación (1). También es verdad que durante las últimas generaciones aproximadamente acaban casi con el mismo porcentaje superadas tanto un algoritmo como el otro. En el rango de 50-100 generaciones, las soluciones proporcionadas por el algoritmo NSGAII se ven muy superadas por las soluciones proporcionadas por el algoritmo basado en agregación.

En cuanto al Spacing, sin duda el algoritmo NSGAII proporciona un conjunto de soluciones mejor distribuidas respecto al algoritmo implementado, ya que los valores de spacing son más bajos. Por otro lado, el spacing generado por el nuevo algoritmo depende mucho de la generación, hay muchos cambios en los valores. Por último, el spacing mejora muy poco si nos fijamos en la primera generación y en la última.

### 1.2.- Población de 100 individuos y 100 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

En ambas gráficas podemos ver una diferencia de cobertura entre ambos algoritmos. En la primera gráfica podemos ver como la zona más baja del frente (respecto al eje Y) no recoge ninguna solución el algoritmo basado en agregación. Sin embargo, en la segunda gráfica se ajusta mejor en dicha zona las soluciones generadas por este algoritmo. Por tanto, podemos observar como la cobertura de las diferentes zonas del frente depende de las semillas que recoja el algoritmo. Por otro lado, NSGA II no presenta ningún desvío respecto del Pareto en sus soluciones, mientras que nuestra solución no llega a minimizar del todo algunas de las soluciones obtenidas.

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente1.2.1.- SEMILLA 2

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamenteGráfico

Descripción generada automáticamente

Aunque no podemos establecer conclusiones con una sóla ejecución, parece ser que con 100 individuos y con 100 generaciones el spacing mejora más, el hipervolumen empeora y no llega a ser mayor en ninguna fase de la ejecución y claramente las soluciones del algoritmo basado en agregación son superadas por las soluciones de NSGAII.

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente1.2.2.- SEMILLA 8

#### Interfaz de usuario gráfica, Gráfico, Histograma Descripción generada automáticamenteGráfico Descripción generada automáticamente

#### Imagen que contiene Gráfico Descripción generada automáticamente1.2.3.- SEMILLA 5

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### 1.2.4.- ESTADÍSTICAS SORE MÉTRICAS (10 ejecuciones)

Captura de pantalla mostrando un texto en blanco

Descripción generada automáticamente

### 1.3.- Población de 200 individuos y 50 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Podemos ver cómo claramente parece que el algoritmo propuesto supera al algoritmo NSGAII en cuanto a aproximación al Pareto se refiere. Sin embargo, la distribución de NSGAII sigue siendo bastante mejor que la del algoritmo de agregación. Para asegurarnos de que esta configuración realmente favorece al algoritmo propuesto a la comparativa de ambos, vamos a analizar las métricas generadas.

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente1.3.1.- SEMILLA 1

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### Imagen que contiene Interfaz de usuario gráfica Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente1.3.2.- SEMILLA 4

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente 1.3.3.- SEMILLA 10

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamenteGráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### 1.3.4.- ESTADÍSTICAS SOBRE MÉTRICAS (10 ejeccuciones)

Imagen que contiene texto, tabla, hecho de madera

Descripción generada automáticamente

## 2.- Resultados experimentales con capacidad de cómputo de 4000 evaluaciones

### 2.1.- Población de 40 individuos y 100 generaciones

Los resultados gráficos registrados en un primer momento son los siguientes:

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Podemos presenciar la principal diferencia que existe entre el algoritmo de NSGAII y el implementado en este trabajo. El NSGAII mantiene todas sus soluciones aproximadas al Pareto óptimo, mientras que el algoritmo basado en agregación proporciona algunas soluciones que no llegan a minimizarse, pero se encuentran en la frontera entre las soluciones posibles (ver Fig 1).

#### Interfaz de usuario gráfica, Gráfico Descripción generada automáticamente2.1.2.- SEMILLA 2

Interfaz de usuario gráfica, Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

Interfaz de usuario gráfica, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### Interfaz de usuario gráfica, Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente2.1.2.- SEMILLA 3

Interfaz de usuario gráfica, Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamenteInterfaz de usuario gráfica, Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### Interfaz de usuario gráfica, Gráfico, Histograma Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente2.1.3.- SEMILLA 8

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### 2.1.4.- ESTADÍSTICAS SOBRE MÉTRICAS

Imagen que contiene texto, placa, hecho de madera, calle

Descripción generada automáticamente

El hipervolumen medio es muy similar en ambos algoritmos, aunque podríamos decir que NSGAII supera ligeramente al algoritmo de agregación (es algo mayor y presenta menor desviación).

El Spacing sigue siendo mejor el algoritmo NSGAII (presenta menores valores). Cabe destacar la diferencia de desviación entre ambos. La desviación estándar del algoritmo a implementar es mucho mayor (un patrón que se lleva repitiendo en estas pruebas). Esto quiere decir que varía mucho el valor de spacing en cada una de las ejecuciones.

El Coverage Set según las tres ejecuciones presentadas anteriormente depende bastante de la ejecución. Las dos primeras ejecuciones acaban con mayor porcentaje de soluciones de NSGAII superadas por el algoritmo de agregación. Sin embargo, en el rango de 15-55 generaciones las soluciones proporcionadas por NSGAII en porcentaje superan a las del algoritmo implementado. Con menor cómputo se consiguen mejores soluciones en NSGAII. Esto tiene relación con el hipervolumen. En las tres ejecuciones en ese rango de generaciones el hipervolumen es mayor en NSGAII (las soluciones están más cerca del Pareto y son mejores).

Con esta configuración el algoritmo propuesto lucha y se acerca a NSGAII pero no llega a superarle.

### 2.2.- Población de 80 individuos y 50 generaciones

**Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente**

Aunque todavía no pueden extraerse conclusiones parece aparentemente que el algoritmo de agregación proporciona con esta configuración una solución mejor (en cuanto a minimiazación) respecto a NSGAII, ya que las soluciones aparecen más cercanas al frente. Vamos a comprobarlo con el uso de métricas.

#### 2.2.1.- semilla 1

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente2.2.2.- semilla 5

#### Gráfico, Histograma Descripción generada automáticamente

Gráfico

Descripción generada automáticamente con confianza baja

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente2.2.3.- semilla 7

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### 2.2.4.- estadísticas sobre métricas

Texto

Descripción generada automáticamente

Con 80 individuos y 50 generaciones se presenta un hipervolumen medio mayor en el algoritmo propuesto (aunque no hay que perder de vista la desviación que es mayor respecto a la desviación de NSGAII).

En cuando al Spacing, NSGAII sigue superándolo claramente al igual que con el resto de configuraciones.

El Coverage Set visto en las tres ejecuciones diferentes muestra claramente cómo las soluciones del algoritmo propuesto superan a las soluciones de NSGAII. Esto quiere decir que son óptimas y minimizan más las soluciones del problema. Podemos determinar que con esta configuración el algoritmo propuesto supera a NSGAII.

### 2.3.- Población de 100 individuos y 40 generaciones

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente2.3.1.- semilla 2

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente

#### Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma Descripción generada automáticamente

#### 2.3.2.- semilla 6

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### Gráfico, Gráfico de líneas Descripción generada automáticamente2.3.3.- semilla 7

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de líneas, Histograma

Descripción generada automáticamente

#### 2.3.4.- estadísticas sobre métricas

Texto

Descripción generada automáticamente

Como podemos observar, el hipervolumen medio es algo mayor en el algoritmo basado en agregación (con una desviación algo mayor en el algoritmo implementado) , concordando con las gráficas de las tres ejecuciones comparativas.

Por otro lado, el spacing medio es mayor también en el algoritmo basado en agregación. Esto significa que las soluciones están peor distribuidas sobre el Pareto óptimo.

En cuanto al Coverage Set se puede ver claramente cómo las soluciones obtenidas por NSGAII (2) son superadas durante toda la fase de ejecución por las soluciones proporcionadas por el algoritmo basado en agregación (1).

Podemos determinar que esta configuración supera a NSGAII en líneas generales.

## 2.- Conclusión

## 3.- Resultados experimentales de CF6 4D con capacidad de cómputo de 10000 evaluaciones

### 3.1.- Población de 40 individuos y 250 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Gráfico

Descripción generada automáticamente

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente3.2.- Población de 100 individuos y 100 generaciones

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente3. 3.- Población de 200 individuos y 50 generaciones

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente

## 4.- Resultados experimentales de CF6 4D con capacidad de cómputo de 4000 evaluaciones

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente4.1.- Población de 40 individuos y 100 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente4.2.- Población de 80 individuos y 50 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

4

### 4.3.- Población de 100 individuos y 40 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

## 5.- Resultados experimentales de CF6 16D con capacidad de cómputo de 10000 evaluaciones

### Gráfico Descripción generada automáticamenteGráfico Descripción generada automáticamente5.1.- Población de 40 individuos y 250 generaciones

### 5.2.- Población de 100 individuos y 100 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente5.3.- Población de 200 individuos y 50 generaciones

## 6.- Resultados experimentales de CF6 16D con capacidad de cómputo de 4000 evaluaciones

### 6.1.- Población de 40 individuos y 100 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

### 6.2.- Población de 80 individuos y 250 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteGráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

### Gráfico, Gráfico de dispersión Descripción generada automáticamente6.3.- Población de 100 individuos y 40 generaciones

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente