

# Apéndice C

## Herramientas utilizadas en el proceso automático de mapping

En este apéndice se muestra una breve descripción de las principales herramientas de soporte para el mapping, desarrolladas dentro de nuestro grupo, que han sido utilizadas para la generación automática de resultados de mapping en distintos capítulos del presente trabajo.

Las herramientas que se describen son las siguientes:

- CASOS [All01]. Dado un grafo de tareas y una arquitectura, calcula la asignación óptima.
- AMEEDA [Yan01]. Herramienta de mapping automático de propósito general para un entorno cluster, que es capaz de manejar aplicaciones con cualquier patrón de comportamiento.
- ESPPADA [Gui01b]. Herramienta de simulación para aplicaciones sintéticas basada en el modo de funcionamiento de los sistemas distribuidos actuales. Incluye además la facilidad de aplicar una política de mapping para realizar la simulación.

## C.1 Herramienta CASOS

A partir de la introducción de un grafo de tareas y un número de procesadores, la herramienta CASOS permite la realización de las diversas acciones y facilidades, que se muestran en la pantalla principal de la Figura C.1. De dichas opciones, las que tienen relevancia para la exposición de esta sección son las siguientes:

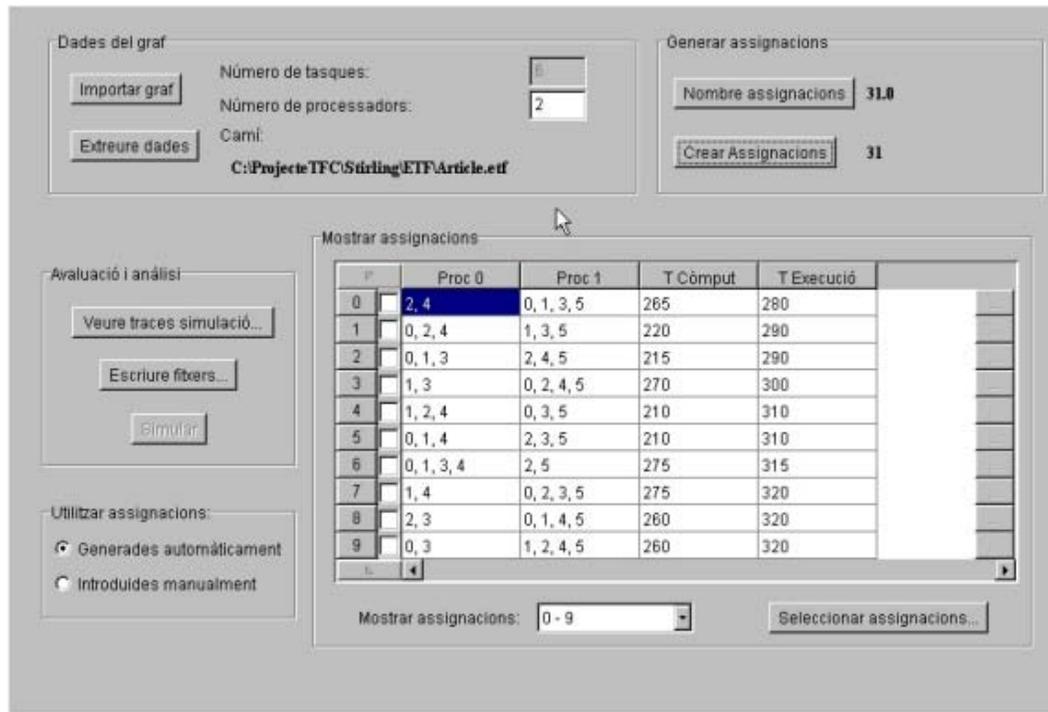


Figura C.1: Pantalla de operaci3n de la herramienta CASOS.

- C3lculo del n3mero de asignaciones (*Nombre assignacions*). Mediante la f3rmula de Stirling, calcula el n3mero de asignaciones distintas que existen para el grafo de tareas y procesadores introducidos. Puesto que este puede ser f3cilmente un n3mero muy elevado, su conocimiento previo permitir3 valorar la viabilidad del c3lculo de la asignaci3n 3ptima.
- Generaci3n de asignaciones (*Crear Assignacions*). Se crean todas las asignaciones y se lleva a cabo su correspondiente simulaci3n.

Una vez generadas todas las posibles asignaciones, éstas se muestran en la rejilla central de la pantalla ordenadas por tiempo de ejecución (*T. Ejecucio*) de menor a mayor. Así vemos en la pantalla que se ha calculado todas las asignaciones de un grafo dado de seis tareas a dos procesadores, y la asignación óptima es la primera que se visualiza con un tiempo de ejecución de 280 unidades de tiempo.

Junto con el tiempo de ejecución de cada asignación, se muestra adicionalmente el tiempo de cómputo (*T. còmput*). Este corresponde al máximo de los valores de cómputo asignado a los procesadores. Es decir, para la primera asignación que se muestra en la Figura C.1, el máximo cómputo asignado a uno de los dos procesadores es 265. Este número indica el mínimo tiempo en que se ejecutaría el programa si las tareas no tuviesen dependencias entre ellas.

Previo a la simulación, se permite introducir un conjunto de criterios relacionados con la asignación óptima, encaminados a almacenar únicamente algunas de las mejores asignaciones, para evitar posibles problemas de ocupación de memoria del sistema cuando el número de posibilidades es muy elevado.

Mediante el uso de la herramienta CASOS, se ha realizado el análisis comparativo de la bondad de las asignaciones que proporcionan los algoritmos de mapping para TTIG respecto de la asignación óptima mostrado en el Capítulo 5.

## C.2 Herramienta AMEEDA

La herramienta AMEEDA (Automatic Mapping for Efficient Execution of Distributed Applications) proporciona un entorno amigable para realizar el mapping automático de tareas a procesadores en una plataforma PVM, y permite además efectuar comparaciones de diversas políticas.

AMEEDA permite distintas acciones mediante las opciones que se muestran en la pantalla principal de la Figura C.2, de las cuales cabe destacar las siguientes:

- Cálculo del modelo de grafo para el mapping a partir de la definición del comportamiento de la aplicación. Concretamente se puede calcular el

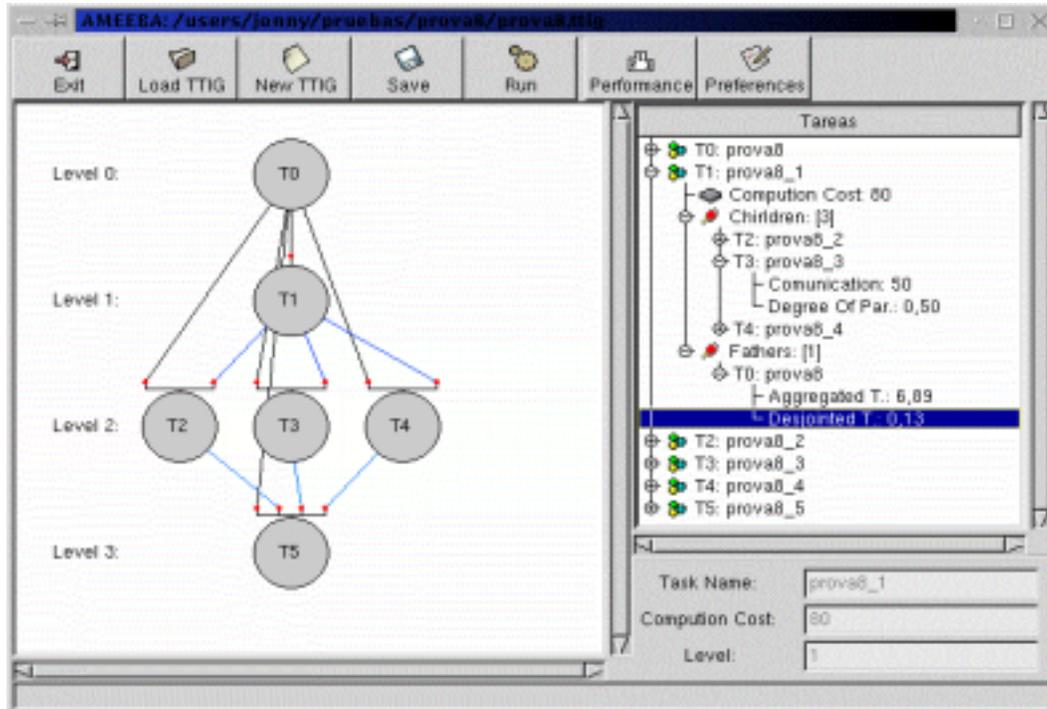


Figura C.2: Pantalla de operación de la herramienta AMEEDA.

modelo TTIG o bien los modelos clásicos TIG y TPG. El comportamiento capturado y el grafo resultante se muestran por pantalla.

- Aplicar un algoritmo de mapping en función del modelo que se quiere usar para la aplicación. En la versión actual se hallan integrados en AMEEDA los algoritmos MATE, CREMA y ETF para los modelos TTIG, TIG y TPG respectivamente.
- Realizar la ejecución de la aplicación mediante la asignación física de tareas a los procesadores del cluster que se deriva del algoritmo de mapping aplicado. Este paso se realiza de forma automática y transparente al usuario.
- Obtención de la información de la ejecución en curso así como de los parámetros de rendimiento tales como el tiempo de ejecución, grado de ocupación de los procesadores y speedup. En la Figura C.3 se muestra a modo de ejemplo la pantalla de rendimiento generada automáticamente

con el resultado del speedup obtenido automáticamente para una aplicación dada.

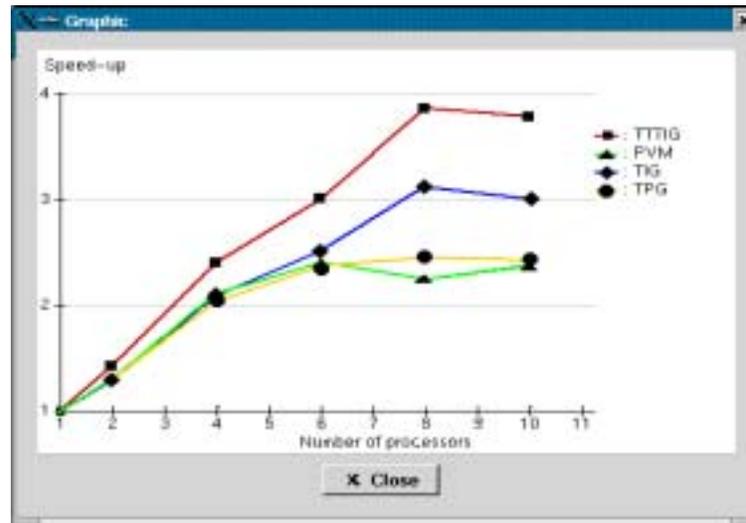


Figura C.3: Pantalla de speedup de la herramienta AMEEDA.

### C.3 Herramienta ESPPADA

ESPPADA (Entorno de Simulación de Programas Paralelos sobre Arquitecturas DistribuidAs), es una herramienta de simulación que acepta como entrada la definición de las tareas de un programa de paso de mensajes mediante lenguaje XML, y permite simular su ejecución con la asignación deseada. En cuanto al sistema físico, se incorporan las principales características de operación de los sistemas distribuidos actuales tipo cluster.

Las principales ventanas de operación del simulador son las siguientes:

- (a) *Ventana de definición del programa.* Se utiliza para cargar el archivo XML que define el comportamiento de programa dentro del simulador. Se permite además visualizar la descripción del programa, y también crear el grafo TFG y el modelo TTIG a partir de los datos de entrada. En la Figura C.4 se muestra la ventana correspondiente con la definición en pantalla de un programa concreto.

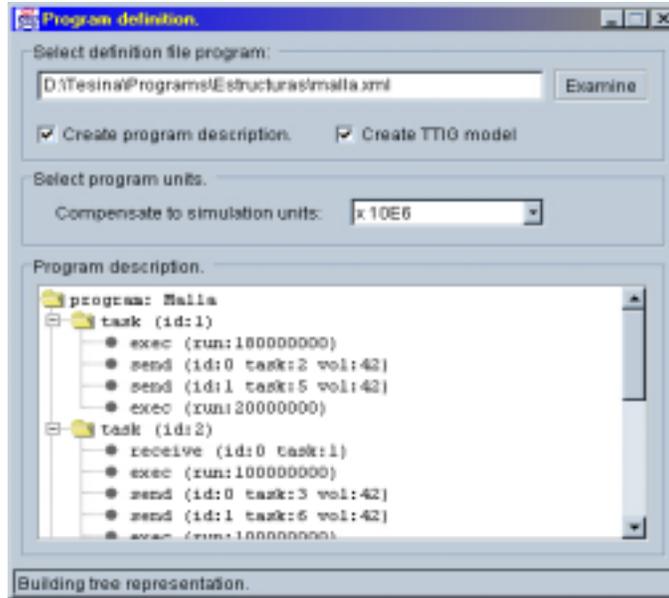


Figura C.4: Pantalla de definición del programa de ESPPADA.

- (b) *Ventana de definición de la arquitectura.* El usuario mediante esta ventana tiene capacidad de definir de forma visual los parámetros que caracterizan la arquitectura, tal como se muestra en la Figura C.5.

Mediante las opciones mostradas en esta pantalla, se definen los parámetros básicos de política de planificación de la CPU, quantum, coste de cambio de contexto y el tipo de red de interconexión utilizada.

- (c) *Ventana de resultados.* Mediante la caracterización del programa y de la arquitectura se tiene acceso a la máquina de simulación que simula la ejecución del programa con la asignación de tareas que se desee (se incorporan las políticas de mapping automático basadas en el modelo TTIG). Una vez acabada la simulación, la ventana de resultados muestra los datos más relevantes de lo acaecido durante la ejecución del programa. En la Figura C.6 se muestra un ejemplo, donde aparece para cada procesador el tiempo empleado en la simulación, el tiempo de cómputo global de las tareas que tiene mapeadas y el tiempo que ha permanecido en espera o que ha utilizado en realizar otras tareas propias del sistema operativo.

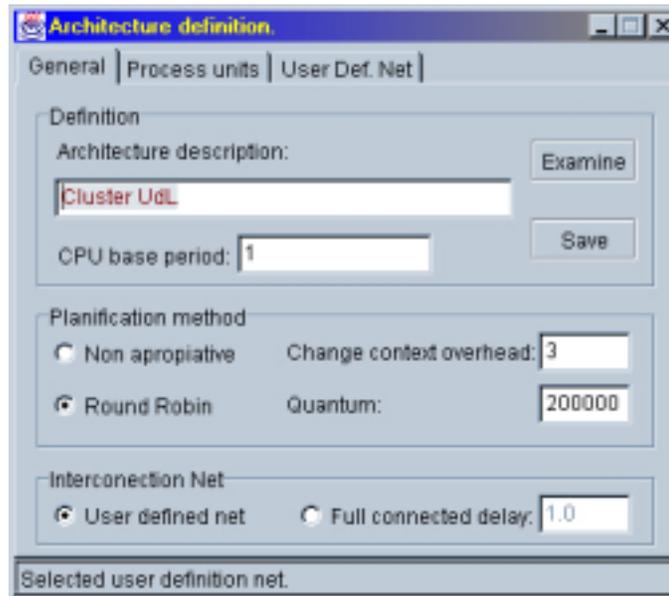


Figura C.5: Pantalla de definición de la arquitectura de ESPADA.

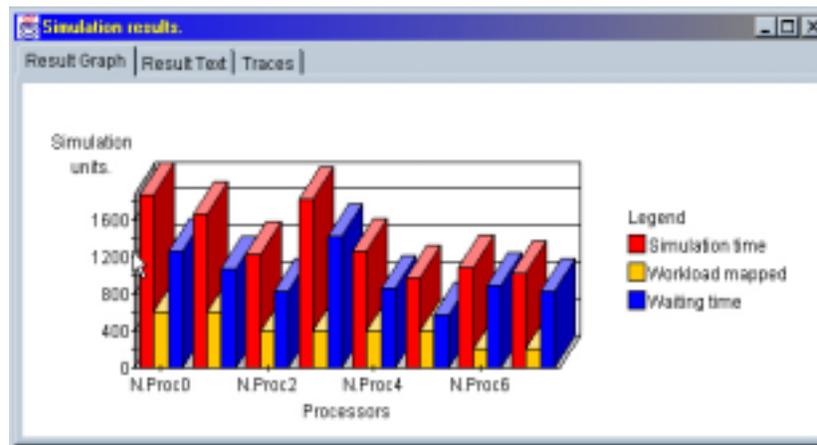


Figura C.6: Pantalla de resultados de ESPADA.

# Apéndice D

## Tablas de tiempos de ejecución de las aplicaciones

En este apéndice se dan las tablas de los valores de tiempo de ejecución obtenidos al utilizar distintas políticas de mapping.

### D.1 Aplicaciones ejecutadas en el cluster

A continuación se dan los tiempos de ejecución en segundos, que corresponden a las aplicaciones sintéticas y a la aplicación real, ejecutadas en el cluster de PCs, cuyos resultados se muestran en el Capítulo 6. Para las políticas CREMA, ETF, TASC y MATE se dan las tablas con los tiempos de ejecución de cada aplicación al variar el número de procesadores. En las tablas donde se dan los tiempos de la política CREMA, se indica también el tiempo de ejecución serie (en un procesador) que corresponde a cada una de las aplicaciones.

### D.1.1 Aplicaciones sintéticas

Tabla D.1: Tiempos de ejecución de las aplicaciones con comportamiento arbitrario y política de asignación CREMA.

Topología	Aplicación	2 proc	4 proc	8 proc	serie
Irregular	AP1	3032	1733	1011	3950
	AP2	2493	2381	2076	3317
	AP3	3426	2584	1579	4027
	AP4	3945	2899	1775	5143
	AP5	4724	3107	2908	6483
Regular	pipe	4061	7817	4469	4795
	malla	4337	6180	2533	6684
	arbin	5108	4862	3404	6166

Tabla D.2: Tiempos de ejecución de las aplicaciones con comportamiento arbitrario y política de asignación TASC.

Aplicación	2 proc	4 proc	8 proc
AP1	2601	1645	940
AP2	2150	2071	1226
AP3	2161	2307	1150
AP4	2891	2091	1466
AP5	3236	3296	1866

Tabla D.3: Tiempos de ejecución de las aplicaciones con comportamiento arbitrario y política de asignación MATE.

Topología	Aplicación	2 proc	4 proc	8 proc
Irregular	AP1	1776	1237	999
	AP2	1931	1924	1199
	AP3	2313	1579	1035
	AP4	3575	2771	1470
	AP5	3433	2410	1198
Regular	pipe	3095	3296	3318
	malla	3183	2629	2243
	arbin	3572	2723	2960

Tabla D.4: Tiempos de ejecución de las aplicaciones con comportamiento homogéneo y política de asignación CREMA.

	grado par.	2 proc	4 proc	8 proc	serie
pipe	bajo	7148	6280	6350	5307
	medio	4587	6567	4239	4530
	alto	4085	2798	1943	4721
malla	bajo	4320	5328	2970	6003
	medio	6930	2972	2908	6196
	alto	3020	2845	2608	6124
arbin	bajo	6313	4287	3338	6319
	medio	5065	4970	2837	6121
	alto	5415	2581	2301	6133

Tabla D.5: Tiempos de ejecución de las aplicaciones con comportamiento homogéneo y política de asignación ETF.

	grado par.	2 proc	4 proc	8 proc
pipe	bajo	4644	4644	4644
malla	bajo	3867	3614	3614
arbin	bajo	4940	4102	3104

Tabla D.6: Tiempos de ejecución de las aplicaciones con comportamiento homogéneo y política de asignación MATE.

	grado par.	2 proc	4 proc	8 proc
pipe	bajo	4644	4644	4644
	medio	3569	2904	3733
	alto	2993	1571	1942
malla	bajo	4234	4177	2644
	medio	3378	2493	2596
	alto	3590	3053	2183
arbin	bajo	5022	3830	3234
	medio	3576	2499	2247
	alto	4863	2418	2906

### D.1.2 Aplicación real

Tabla D.7: Tiempos de ejecución de la aplicación BASIZ

n. proc.	Round-robin	CREMA	ETF	MATE
2	307	290	254	226
4	191	163	140	116
6	168	128	110	91
8	123	83	92	60
10	116	88	92	60
tiempo serie: 407				

Tabla D.8: Asignaciones de la aplicación BASIZ con ocho procesadores.

Política	Asignación
CREMA	P0: (T0, T1, T2, T3) P1: (T4, T5, T6, T7) P2: (T8) P3: (T9, T10, T11) P4: (T12, T13, T14, T15) P5: (T16, T17, T19) P6: (T18, T20, T21, T22) P7: (T23, T24, T25)
ETF	P0: (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8) P1: (T9, T10) P2: (T11) P3: (T12, T13) P4: (T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23) P5: (T24) P6: (T25) P7: ()
MATE	P0: (T0, T2, T3, T22) P1: (T1, T13, T23, T24) P2: (T4, T5, T12, T18, T19) P3: (T8, T25) P4: (T7, T21) P5: (T6, T10, T15, T20) P6: (T9, T11, T16, T17) P7: (T14)
Round-robin	P0: (T0, T8, T16, T24) P1: (T1, T9, T17, T25) P2: (T2, T10, T18) P3: (T3, T11, T19) P4: (T4, T12, T20) P5: (T5, T13, T21) P6: (T6, T14, T22) P7: (T7, T15, T23)

## D.2 Ejecución en el entorno de simulación ESP-PADA

En esta sección se muestran las tablas con los valores de tiempo obtenidos al simular la ejecución de distintas aplicaciones con paso de mensajes en el entorno de simulación ESPPADA.

Para cada asignación se da el tiempo de ejecución en segundos generado en el simulador con cada número de procesadores utilizado. Se da además el tiempo de ejecución serie que corresponde a la ejecución en un único procesador.

Tabla D.9: Aplicaciones con comportamiento arbitrario y topología irregular con política de asignación TASC.

	2 Proc	4 Proc	8 Proc	16 Proc	32 Proc	64 Proc	serie
G1_32	6780	4765	2980	1885	1075		10655
G2_32	5620	6610	5110	4050	860		10250
G3_32	2830	1460	840	480	340		5289
G4_100	7690	3000	1890	1150	750	460	10010
G5_188	6110	3980	2760	1860	1380	970	10100
G6_512	8280	4300	2820	1630	1100	900	10100
G7_416	14110	7250	3690	2130	1200	8400	28170

Tabla D.10: Aplicaciones con comportamiento arbitrario y topología irregular con política de asignación MATE.

	2 Proc	4 Proc	8 Proc	16 Proc	32 Proc	64 Proc	serie
G1_32	6465	4375	3080	1885	885		10655
G2_32	5620	6610	5110	4050	860		10250
G3_32	2670	1360	770	480	340		5289
G4_100	7690	3000	1890	1150	750	460	10010
G5_188	6310	4180	2770	1810	1190	930	10100
G6_512	8160	4930	2630	1700	1180	980	10100
G7_416	14870	7100	3890	1910	1210	670	28170

Tabla D.11: Aplicaciones con comportamiento arbitrario y topología regular con política de asignación MATE.

	2 Proc	4 Proc	8 Proc	16 Proc	32 Proc	64 Proc	serie
pipe_64	8489	7320	7055	7055	7055	7055	12799
malla_64	6510	3630	3640	2450	2260	2160	12799
ar_in/out_74	7760	3830	2210	1440	1150	800	14799
ar_bin_64	6400	3480	2020	1360	1250	1020	12599

Tabla D.12: Aplicaciones con comportamiento homogéneo y política de asignación MATE.

	gr. par.	2 Proc	4 Proc	8 Proc	16 Proc	32 Proc	64 Proc	serie
pipe_64	bajo	12799	12799	12799	12799	12799	12799	12799
	medio	6574	5749	6574	6574	6574	6574	
	alto	6420	3260	1740	1460	1460	1460	
malla_64	bajo	7799	4560	3000	3000	3000	3000	12799
	medio	6500	3600	3200	2400	2300	1600	
	alto	6420	3420	2640	1720	1300	480	
ar_in/out_74	bajo	8799	5000	3200	1960	1400	1400	14799
	medio	7699	3900	2200	1300	900	800	
	alto	7619	3820	2040	1060	660	460	
ar_bin_64	bajo	6400	3560	2180	1560	1200	1200	12599
	medio	6400	3300	1800	1100	800	700	
	alto	6400	3220	1640	860	480	300	