

UNIVERSITÀ DI PISA

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Corso di Laurea Specialistica in Tecnologie Informatiche

TESI DI LAUREA

Un Modello di Programmazione Parallela per Applicazioni
Adattive e Context-Aware

Candidato

Gabriele Mencagli

Relatore

Prof. Marco Vanneschi

Controrelatore

Prof. Gianluigi Ferrari



ANNO ACCADEMICO 2006/2007

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Introduzione..... | 1 |
| 1.1 | Le metodologie..... | 3 |
| 1.2 | I risultati | 6 |
| 1.3 | Gli sviluppi futuri..... | 7 |
| 1.4 | Contenuto dei capitoli | 7 |
| | | |
| 2 | La Context Awareness in ambienti di calcolo pervasivi ad alte prestazioni... 9 | 9 |
| 2.1 | Il Pervasive Computing..... | 9 |
| 2.2 | Le problematiche introdotte con il Pervasive Computing..... | 11 |
| 2.3 | Le applicazioni per il Pervasive Computing | 13 |
| 2.3.1 | Caratteristiche delle applicazioni per il Pervasive Computing..... | 14 |
| 2.3.2 | Problematiche inerenti lo sviluppo di applicazioni pervasive | 16 |
| 2.4 | Soluzioni middleware per ambienti pervasivi..... | 17 |
| 2.4.1 | Progetto GAIA..... | 18 |
| 2.4.2 | Progetto ATLAS..... | 20 |
| 2.5 | La Context Awareness in ambienti di Pervasive Computing..... | 23 |
| 2.5.1 | COBRA: The Context Broker Architecture | 27 |
| 2.6 | Una visione più estesa, l'High Performance Pervasive Computing | 28 |
| | | |
| 3 | Un esempio di applicazione di HPPC per la gestione delle emergenze | 32 |
| 3.1 | La Pervasive Grid..... | 32 |
| 3.2 | Introduzione ad un esempio di applicazione pervasiva per la gestione delle emergenze..... | 34 |
| 3.2.1 | Architettura dell'esempio applicativo | 35 |
| 3.2.2 | Casi d'uso del sistema di gestione dell'emergenza..... | 38 |
| 3.2.3 | Descrizione informale dei casi d'uso | 42 |
| | | |
| 4 | Una soluzione a componenti per l'adattività al contesto ambientale | 48 |
| 4.1 | Un breve richiamo alla tecnologia a componenti..... | 48 |
| 4.2 | Componenti adattive al contesto ambientale..... | 51 |
| 4.3 | Descrizione delle componenti funzionali del sistema di esempio per la | |

| | |
|---|-----------|
| gestione delle emergenze | 54 |
| 4.3.1 Componente Visual Client..... | 56 |
| 4.3.2 Componente Dispatcher..... | 58 |
| 4.3.3 Componente Sensor Data Collector..... | 61 |
| 4.3.4 Componente Sensor Data Manager..... | 62 |
| 4.3.5 Componente External Data Broker | 65 |
| 4.3.6 Componente Meteo Data Broker e GIS Data Broker..... | 69 |
| 4.3.7 Componente Forecasting Component e DSS Component | 70 |
| 4.4 Le componenti di contesto (Context Control Component)..... | 72 |
| 4.4.1 Il Context Retrieval Module..... | 73 |
| 4.4.2 Il Context Storage Module..... | 77 |
| 4.4.3 Il Context Management Module | 79 |
| 4.4.4 Il Context Event Register..... | 81 |
| 4.5 L'adattività nelle componenti funzionali | 84 |
| 4.5.1 Descrizione iniziale delle politiche di adattività | 87 |
| | |
| 5 La Context Awareness in ASSIST: introduzione al modello ASSISTANT .. | 90 |
| 5.1 Breve richiamo al modello di programmazione di ASSIST | 91 |
| 5.1.1 Programmi ASSIST ad alta performance definiti come grafi | 91 |
| 5.1.2 Uno skeleton generico: il PARMOD | 93 |
| 5.2 Il supporto all'adattività delle performance in ASSIST..... | 96 |
| 5.3 ASSISTANT: ASSIST with Adaptivity and Context Awareness..... | 99 |
| 5.4 Il processo di adattività del PARMOD ASSISTANT..... | 105 |
| 5.4.1 Modifica delle procedure sequenziali dei VP mantenendo la medesima forma di parallelismo | 106 |
| 5.4.2 Modifica delle procedure sequenziali dei VP modificando la forma di parallelismo | 109 |
| 5.4.3 Gestione dello stato dei VP durante le riconfigurazioni delle funzioni | 112 |
| 5.4.4 Mapping tra elementi del PARMOD e tipologie di nodi di elaborazione | 115 |
| 5.5 Le regole della politica di adattività del PARMOD ASSISTANT | 115 |
| 5.6 Considerazioni sui moduli sequenziali adattivi..... | 118 |
| 5.7 Descrizione ASSISTANT dell'applicazione pervasiva per la gestione | |

| | |
|--|------------|
| delle emergenze..... | 118 |
| 5.7.1 Richiesta di visualizzazione dello stato attuale dell'emergenza | 119 |
| 5.7.2 Richiesta di previsione dell'emergenza di inondazione..... | 120 |
| 5.7.3 Richiesta di intervento del sistema di supporto alle decisioni ... | 122 |
| 6 Test e valutazioni sul modello ASSISTANT | 125 |
| 6.1 Descrizione dell'applicazione parallela per la valutazione del modello ASSISTANT | 125 |
| 6.2 Implementazione ASSIST dell'esempio | 126 |
| 6.2.1 Implementazione task-parallel del modulo Elabora..... | 127 |
| 6.2.2 Implementazione data-parallel del modulo Elabora | 128 |
| 6.2.3 Implementazione task-parallel del modulo Presenta..... | 131 |
| 6.2.4 Implementazione data-parallel del modulo Presenta | 133 |
| 6.3 Applicazione del modello ASSISTANT all'esempio | 134 |
| 6.3.1 L'adattività locale dei singoli PARMOD..... | 136 |
| 6.3.2 L'adattività globale dell'applicazione e cooperazione tra gli Adaptation Manager..... | 143 |
| 6.4 Sperimentazioni ed emulazioni del modello ASSISTANT | 148 |
| 6.4.1 Prima emulazione di ASSISTANT sull'applicazione parallela di questo capitolo | 148 |
| 6.4.2 Seconda emulazione di ASSISTANT sull'applicazione parallela di questo capitolo | 158 |
| Conclusioni..... | 162 |
| Appendice A..... | 164 |
| Appendice B..... | 176 |
| Bibliografia | 185 |

Elenco delle figure

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Evoluzione del PARMOD ASSIST per la realizzazione dell'adattività alle informazioni di contesto ambientale | 3 |
| 1.2 | Rete di Adaptation Manager mediante la quale si realizzano processi di adattività coordinati..... | 5 |
| 2.1 | Caratteristiche di un ambiente di Pervasive Computing..... | 11 |
| 2.2 | Complessità delle problematiche introdotte con il Pervasive Computing..... | 13 |
| 2.3 | Sistema pervasivo strutturato a livelli..... | 17 |
| 2.4 | Il modello di applicazione utilizzato dal framework GAIA | 20 |
| 2.5 | Schema di massima del framework ATLAS | 21 |
| 2.6 | Strutturazione concettuale di un sistema Context-Aware..... | 24 |
| 3.1 | L'architettura della Pervasive Grid..... | 33 |
| 3.2 | Architettura dell'esempio di applicazione per la gestione delle emergenze di inondazione | 38 |
| 3.3 | L'utente richiede la visualizzazione dello stato attuale dell'emergenza | 43 |
| 3.4 | L'utente richiede una previsione dell'emergenza di inondazione | 44 |
| 3.5 | Esecuzione del supporto alle decisioni per la mitigazione dell'emergenza | 45 |
| 4.1 | Una componente con interfacce di import ed export..... | 49 |
| 4.2 | Interconnessione tra componenti per costituire un'applicazione complessa..... | 50 |
| 4.3 | Struttura a componenti per l'adattività al contesto | 53 |
| 4.4 | Interfacce funzionali ed interfacce non funzionali o di contesto | 54 |
| 4.5 | Grafo delle componenti funzionali dell'applicazione di esempio | 55 |
| 4.6 | La componente Visual Client | 57 |
| 4.7 | La componente Dispatcher | 58 |
| 4.8 | Comportamento della componente Dispatcher..... | 59 |
| 4.9 | La componente Sensor Data Collector | 61 |
| 4.10 | La componente Sensor Data Manager..... | 63 |
| 4.11 | Rete di broker del sistema di gestione dell'emergenza | 65 |
| 4.12 | La componente External Data Broker | 66 |
| 4.13 | Comportamento della componente External Data Broker..... | 68 |
| 4.14 | La componente Meteo Data Broker..... | 70 |
| 4.15 | La componente Forecasting Component | 70 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| 4.16 | Struttura a livelli dell'applicazione di esempio | 73 |
| 4.17 | La Context Control Component e la sua struttura | 73 |
| 4.18 | La struttura del Cotext Retrieval Module | 75 |
| 4.19 | Operazioni eseguite dal Context Retrieval Module..... | 76 |
| 4.20 | Struttura del Context Storage Module | 78 |
| 4.21 | Struttura del Context Management Module | 79 |
| 4.22 | Descrizione dell'attività di reasoning/inferenza del CMM | 80 |
| 4.23 | Publisher-Subscriber pattern tra componenti..... | 81 |
| 4.24 | Struttura del Context Event Register | 83 |
| 4.25 | Comportamento del Context Event Register..... | 84 |
| 4.26 | Struttura di massima di una generica componente funzionale | 85 |
| 5.1 | Esempio di applicazione ASSIST strutturata a grafo | 92 |
| 5.2 | Il PARMOD, il costrutto parallelo generale di ASSIST..... | 95 |
| 5.3 | La dinamicità in ASSIST | 97 |
| 5.4 | Performance di un esempio di applicazione ASSIST adattiva | 99 |
| 5.5 | La Context Awareness in ASSIST | 100 |
| 5.6 | Il PARMOD ASSISTANT adattivo al contesto | 101 |
| 5.7 | L'Adaptation Manager del PARMOD ASSISTANT | 103 |
| 5.8 | Caso di contesto partizionato..... | 104 |
| 5.9 | Versioni alternative delle funzioni eseguite dai worker di un farm..... | 107 |
| 5.10 | Versioni alternative di stencil in un Data-Parallel..... | 108 |
| 5.11 | Un semplice esempio di modulo con forme di parallelismo alternative | 109 |
| 5.12 | Implementazione task-parallel e data-parallel del modulo..... | 110 |
| 5.13 | Implementazione task-parallel del modulo..... | 111 |
| 5.14 | Implementazione data-parallel del modulo | 111 |
| 5.15 | Collezione dello stato delle alternative funzionali del PARMOD ASSISTANT | 113 |
| 5.16 | Descrizione dell'attività nell'Adaptation Manager del PARMOD | 114 |
| 5.17 | Interazioni tra Manager e servizi di Resource Discovery..... | 115 |
| 5.18 | Un esempio di politica di adattivita del PARMOD ASSISTANT | 117 |
| 5.19 | Schema della richiesta di visualizzazione dello stato attuale dell'emergenza..... | 119 |
| 5.20 | Schema con componenti ASSIST del primo caso d'uso | 120 |
| 5.21 | Schema della realizzazione della previsione del fenomeno di inondazione..... | 121 |
| 5.22 | Schema con componenti ASSIST del secondo caso d'uso..... | 121 |
| 5.23 | Schema della realizzazione del supporto alle decisioni..... | 123 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| 5.24 | Schema con componenti ASSIST del terzo caso d'uso..... | 124 |
| 6.1 | Schema dell'applicazione parallela per la valutazione di ASSISTANT | 125 |
| 6.2 | Schema della versione farm del modulo Elabora | 127 |
| 6.3 | Implementazione farm del modulo Elabora | 127 |
| 6.4 | Schema della versione map del modulo Elabora..... | 128 |
| 6.5 | Implementazione map del modulo Elabora | 129 |
| 6.6 | Schema della versione farm del modulo Presenta | 132 |
| 6.7 | Implementazione farm del modulo Presenta | 132 |
| 6.8 | Schema della versione map del modulo Presenta..... | 133 |
| 6.9 | Implementazione map del modulo Presenta | 134 |
| 6.10 | Applicazione parallela strutturata con il modello ASSISTANT | 135 |
| 6.11 | Modulo parallelo ASSISTANT Elabora..... | 136 |
| 6.12 | Possibile politica di adattività del manager di Elabora..... | 138 |
| 6.13 | Modulo parallelo ASSISTANT Presenta..... | 141 |
| 6.14 | Monitoring delle performance | 142 |
| 6.15 | Verifica delle performance locali di un modulo parallelo | 144 |
| 6.16 | Comunicazione tra manager per adattare i gradi di parallelismo | 145 |
| 6.17 | Adattività delle performance tra manager | 145 |
| 6.18 | Estensione delle politiche di adattività di Elabora e Presenta | 146 |
| 6.19 | Prima emulazione del PARMOD ASSISTANT..... | 148 |
| 6.20 | Prima emulazione dei PARMOD ASSISTANT Elabora e Presenta | 151 |
| 6.21 | Architettura complessiva della prima emulazione..... | 151 |
| 6.22 | Implementazione mediante stream multipli delle riconfigurazioni delle funzioni del modulo Elabora..... | 153 |
| 6.23 | Prima emulazione dell'applicazione con realizzazione sia delle riconfigurazioni delle funzioni che delle performance | 154 |
| 6.24 | Dimensionamento della memoria virtuale dei processi VPM del PARMOD Presenta | 156 |
| 6.25 | Tempo di servizio medio di Presenta durante il primo test eseguito. | 157 |
| 6.26 | Seconda emulazione dei PARMOD ASSISTANT Elabora e Presenta | 158 |
| 6.27 | Codice ASSIST della seconda emulazione del PARMOD Elabora | 159 |
| 6.28 | Tempo di servizio medio di Presenta durante il secondo test eseguito..... | 161 |