



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

**PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI
UN SISTEMA WEB MULTI-AGENTE PER
LA PIANIFICAZIONE DI ITINERARI**

Relatore

Chiar.mo Prof. Ing. F. BERGENTI

Correlatori

Dott. Ing. M. MARI

Tesi di Laurea di

MICHELE LONGARI

Anno Accademico 2004-2005

*Ai miei genitori, e a chi ha
sempre creduto in me.*

Ringraziamenti

Premetto che i ringraziamenti e quindi le persone citate in questa sezione non sono elencate seguendo un ordine particolare, ma semplicemente ho scritto d'istinto, senza pensarci troppo, e per questo mi scuso già in partenza per tutte le persone che involontariamente potrei avere dimenticato.

Prima di tutto vorrei ringraziare il prof. Federico Bergenti e l'ing. Marco Mari, in qualità rispettivamente di relatore e correlatore della mia tesi, per avermi saputo guidare e indirizzare in questa attività, evitandomi inutili e fuorvianti “sbandate”, e per avermi proposto questo progetto che si è rivelato molto interessante e didattico, sia a livello di programmazione che di progettazione di sistemi.

Poi naturalmente desidero dire grazie a tutta la mia famiglia, ai miei genitori, ai miei nonni, zii, cugini e affini. In particolare volevo ringraziare mia madre Simonetta e mio padre Ernesto, per avermi dato gli stimoli necessari, prima per iniziare questa “avventura” accademica, e poi per continuarla, standomi vicino nei momenti in cui pensavo di non venirci più a capo. E ce ne sono stati parecchi credetemi! Grazie al loro aiuto e al loro sostegno sono riuscito a tenere duro fino alla fine, facendo felici e soddisfatti sia loro che me in prima persona.

Ringrazio veramente di cuore anche tutti i miei compagni di corso, alcuni datati nel tempo, altri conosciuti da poco nei laboratori AOT, ma ciascuno di loro è stato di grande importanza nel darmi qualche dritta per un esame, o anche solo accompagnandomi nel peso dello studio.

Come dimenticare gli anni passati a “studiare... la maniera di non fare niente”, insieme a Mirko e Luca, rispettivamente Fagg e Suuk (loro capiranno). Si partiva con l'idea di fare esercizi di fisica, si andava avanti mangiando il budino della mamma di Luca, e si finiva col Fagg che diceva: “Ah beh, potevamo anche stare a

casa!!!". E ricordando quei primi anni, un saluto è doveroso anche a due nostri amici che, purtroppo, si sono persi lungo la strada dell'università, G-nusso e Sbatti: ciao ragazzi grazie anche a voi per le cavolate sparate insieme!

E poi bisogna ringraziare l'affezionatissimo "tavolo di lavoro", che si veniva a creare dopo mangiato e a volte si protraeva in effetti un po' troppo, dibattendo su temi di grande importanza e rilevanza come chi dovesse fare il mazziere a "7 e mezzo", a chi toccava dare le carte a "Uno", e dove cavolo si trovi la Kamchatka in "Risiko"! Grazie Baro, Canto, Cirio, Fava, Giampi, Giava.

Fortunatamente lungo il mio cammino ho conosciuto anche persone, sempre simpatiche e con tanta voglia di scherzare, ma decisamente più serie, che mi hanno aiutato ognuno nel suo specialissimo modo. Sto parlando di tutti i miei altri carissimi compagni di Ingegneria informatica che ringrazio di cuore, dal Matte al Lore, dal Lollo alla Silvia, dal Corlo al Geeens, dal Fiuuurls alla Giusy, dalla Leo a Mario. Grazie ragàs!!!

E per ultimi, ma mai ultimi, ringrazio tutti i miei amici di San Secondo, per tutti i momenti di svago e festa che ho condiviso con loro, è grazie anche a quei momenti che sono riuscito a ricaricarmi dopo i periodi pesanti di stress. Naturalmente inizio col ringraziare l'Elena, che innegabilmente ha condiviso con me più degli altri i miei momenti "si" e i miei momenti "no", sopportandomi pazientemente e consigliandomi opportunamente: grazie di cuore! E finisco col salutare e ringraziare tutti gli altri "rettili da compagnia", che nei più svariati modi si sono rivelati importanti in questi anni, eccoli: l'Anna, il Bigo, Biòla, i ragazzi del "calchetto al martedì", David, Dj Patto, Dj Pippo, la Fiorella, Flebo, il Galla, il già citato Giava (o per meglio dire "Luca a Granada!!!!!!!!!!"), il Giò, Leloni, Lori, il Monni, il Pesso, Pol, la Robby, il Rodo, la Sera, il Sime, la Susy, i ragazzi del "tavolo Tullo", la Vez, i ragazzi di "villa Linda", Zaumy e chi più ne ha più ne metta!

Grazie!

Indice

	Prefazione.....	vi
1	Capitolo 1 MultiAgentSystems e Web.....	1
1.1	MAS: caratteri generali.....	1
1.2	Legami tra MAS e Web.....	4
1.3	Integrazione di MAS con il Web.....	5
2	Capitolo 2 Il <i>framework</i> Spring.....	8
2.1	Caratteristiche principali.....	8
2.2	BeanFactory e ApplicationContext.....	12
2.2.1	Beans e BeanFactory.....	13
2.2.2	Proprietà, collaboratori e controllo delle dipendenze.....	15
2.3	La validazione usando l'interfaccia di Spring.....	17
2.4	Il <i>framework</i> per il web ModelAndViewController.....	18
2.4.1	I Controller.....	21
2.4.2	Le View, i Model e le tecnologie per la loro implementazione.....	22
3	Capitolo 3 AgentTrip: TRavel Information Portal.....	27
3.1	Presentazione del sistema.....	27
3.2	AgentTrip: a che punto siamo arrivati.....	29
3.3	AgentTrip: a che punto vogliamo arrivare.....	30
4	Capitolo 4 Realizzazione della parte web del sistema.....	33
4.1	Struttura e organizzazione della parte web di AgentTrip.....	33

4.2	La registrazione e l'accesso al sistema.....	34
4.3	La pagina per la pianificazione degli itinerari.....	42
5	Capitolo 5 Pianificazione degli itinerari.....	46
5.1	Caratteristiche generali della pianificazione.....	46
5.2	Funzionamento dell'agente pianificatore Jucpop.....	49
5.3	Integrazione di Jucpop nel sistema multi-agente.....	51
5.3.1	Il package it.univr.aotlab.jade.servlet.trip.....	51
5.3.2	L'entità agente AgentTrip.....	52
5.3.3	Modifiche apportate alla versione originale di Jucpop.....	52
	Conclusioni.....	54
	Glossario.....	56
	Bibliografia.....	57

Indice delle Figure

1.1	Ciclo di vita di un agente generico.....	2
1.2	Schema modulare di un MAS.....	3
1.3	Schema a blocchi di un MAS “Web-oriented”.....	6
2.1	I moduli di Spring.....	10
2.2	I possibili utilizzi di Spring.....	11
2.3	MVC: schema funzionale.....	19
2.4	MVC: esempio funzionale.....	20
3.1	Logo AgentTrip.....	28
3.2	AgentTrip: schema modulare.....	29
4.1	La pagina di registrazione.....	35
4.2	La pagina di accesso.....	41
4.3	La pagina di pianificazione.....	43
4.4	Gli agenti operanti.....	45
5.1	Schema di funzionamento di un pianificatore automatico.....	47
5.2	Jucpop GUI.....	50

Indice dei Listati

2.1	Implementazione di XmlBeanFactory.....	13
2.2	Composizione del file xml per l'XmlBeanFactory.....	13
2.3	Dichiarazione della classe Person.....	17
2.4	Implementazione di PersonValidator.....	18
2.5	L'interfaccia Controller.....	21
2.6	Classe SampleController.....	22
2.7	Dichiarazione web di SampleController.....	22
4.1	RegisterFormValidator.java.....	36
4.2	register.jsp.....	37
4.3	WebAgent.java.....	38
4.4	PersonalAgent.java.....	39
4.5	UserProfileManager.java.....	40
4.6	planningTrip.jsp.....	44
4.7	departure.jsp.....	44

Prefazione

Negli ultimi anni è sotto gli occhi di tutti, il ruolo di primaria importanza assunto da Internet e dalle tecnologie legate al Web, sia per quanto riguarda servizi di carattere pubblico (banche e poste, informazione, università, lavoro, assistenza sanitaria, ecc...), sia per quanto riguarda servizi indirizzati ai privati (shopping online, gestione calendari ed eventi, intrattenimento, chat, blogging, ecc...).

Ed è proprio in un contesto del genere che è stato pensato e sviluppato questo progetto di tesi: AgentTrip: TRavel Information Portal.

L'idea di base è quella di creare un sistema multi-agente, con interfaccia grafica e d'accesso web, per assistere gli utenti registrati e autenticati nelle fasi di pianificazione di un viaggio.

Il progetto è stato impostato nella sua realizzazione cercando di sfruttare al massimo le potenzialità dei sistemi multi-agente in quanto tali, al fine di delegare alcuni compiti dell'utenza al proprio "agente personale", rendendo così più facile e accessibile l'intero sistema. Naturalmente poi è stata scelta un'interfaccia grafica web per l'accesso al sistema e il suo successivo utilizzo, in quanto assolutamente la più immediata, versatile e di facile estensione.

Quindi si può dire che gran parte del lavoro di questo progetto, è stato quello di riuscire a conciliare al meglio i vantaggi offerti da ciascuna tecnologia, sia a livello di agenti che di web.

La prima parte della tesi, infatti, è stata dedicata allo studio dei MAS (Multi Agent Systems), e alla loro conciliabilità con le tecnologie web.

In particolare si è arrivati a studiare approfonditamente, come *framework* per la gestione avanzata di tecnologie web, Spring, in quanto per le sue caratteristiche

di affidabilità e portabilità, si è rivelato il modo migliore per ottimizzare al meglio la visione e l'accessibilità globale del sistema.

Una volta solidificate le basi per la creazione del MAS e della sua "facciata" web, si è partiti col lavoro di progettazione/programmazione vero e proprio, che ha occupato la seconda parte dell'impegno di tesi.

Per prima cosa è stato necessario impostare chiaramente il progetto in ogni sua parte, partendo dalle specifiche di sistema fino a quelle sul database relazionale che si desiderava usare come appoggio.

Dopo questa parte orientata all'analisi, è stata curata la parte web, che è anche quella che ha occupato in assoluto più tempo. Ogni pagina, da quella di accesso/login, fino a quella relativa alla pianificazione vera e propria, è stata creata "ad hoc" sfruttando le potenzialità del *framework* Spring, per cercare di conciliarla al meglio col MAS di riferimento. Finita la parte web, è stato necessario occuparsi della pianificazione vera e propria, usando un set di possibili tratte già pre-impostate e utilizzando per il planning Jucpop, una versione dell'algoritmo UCPOP realizzata in Java e ad agenti.

Chiaramente questo progetto lascia aperta la strada a future innovazioni, la più importante delle quali riguarda l'ottenere informazioni sui viaggi non più da un database locale, ma attraverso l'interfacciamento con Web Services, cioè con un'interfaccia descrittiva di una collezione di operazioni, accessibili attraverso una rete mediante messaggistica XML. Un approccio di questo tipo richiede di affrontare problematiche particolarmente sentite dall'attuale ricerca, in primo luogo l'individuazione e la composizione dinamica dei Web Services.

Conclusioni

Lo scopo di questo lavoro di tesi, è stato quello di creare un sistema multi-agente, con interfaccia web, solido e facilmente estensibile nei suoi moduli.

Il fine ultimo del sistema era la pianificazione di un itinerario, ma è normale che un progetto come questo, permetta la facile adattabilità ad altri scopi.

I moderni sistemi di informazione sono tipicamente grandi e complessi, così come le applicazioni software e gli altri elementi che li compongono. Gli agenti stanno diventando una parte essenziale di questi sistemi in quanto diminuiscono la loro complessità, sfruttando le caratteristiche di cui ne sono propri, come l'intelligenza e la cooperazione. Ciascun agente fornisce una sede in cui poter gestire un sottoinsieme delle informazioni del sistema, sia per una sua iniziativa personale, sia sotto la direzione di un utente. Attraverso la cooperazione, la conoscenza e i servizi di ogni singolo agente possono essere condivisi e scambiati su richiesta, in modo che certi problemi complessi o indefiniti possano essere risolti da un insieme di agenti.

Per questo motivo il progetto svolto si è incentrato molto, sia sulla parte web, che su quella strettamente riguardante gli agenti stessi.

In particolare, dopo aver acquisito le basi "teoriche" riguardo le tecnologie che si desiderava utilizzare, e dopo aver progettato un sistema multi-agente adatto, è stato affrontato il problema di fornire all'utenza un'interfaccia web semplice e molto funzionale, utilizzando in particolare le potenzialità offerte dal *framework* Spring. Dopo questa fase, si è cercato di ottimizzare il rapporto web-agenti, eliminando inutili ridondanze e abbreviando il più possibile il percorso di validazione e controllo dei dati. Per concludere è stato affrontato il problema vero

Conclusioni

e proprio della pianificazione, cercando di integrare l'algoritmo ad agenti Jucpop, con il resto del sistema.

Come già accennato in precedenza, il sistema realizzato, ha enormi margini e potenzialità di miglioramento: ciò fa intendere la possibilità di sviluppi futuri verso sistemi più complessi, in cui lo sfruttamento delle risorse tecnologiche legate al Web e le abilità degli agenti intelligenti ne aumentino le prestazioni e le capacità nel risolvere problemi. In particolare si pensa ad uno sviluppo legato all'utilizzo dei Web Services, quali risorse per il recupero di informazioni utili direttamente dalla rete.

Glossario

ACL, *Agent Communication Language*, linguaggio di comunicazione fra agenti definito dallo standard FIPA.

CSS, *Cascading Style Sheets*, letteralmente sono dei “fogli di stile a cascata”, servono per implementare la grafica delle pagine web, con la massima adattabilità e portabilità.

HTML, *HyperText Markup Language*, linguaggio utilizzato in Internet per creare documenti di testo e grafica visualizzabili da qualsiasi sistema.

HTTP, *HyperText Transfer Protocol*, protocollo per il trasferimento in una rete TCP/IP di file contenenti testi e comandi di visualizzazione grafica e multimediale.

JADE, *Java Agent Development Environment*, *framework* per lo sviluppo software di Sistemi Multi Agente conformi allo standard FIPA per gli agenti intelligenti.

JAVA 2 EE, *Java 2 Enterprise Edition*, piattaforma che consente lo sviluppo ed il testing di applicazioni Java.

JSP, *Java Server Pages*, pagine con script Java di tipo *server-side*. Devono essere interpretate dal software del server e non dal client.

MAS, *Multi Agent System*, sistema software che permette la cooperazione fra più entità (agenti).

MVC, *Model View Controller*, *pattern* che fornisce le specifiche per la creazione di un sistema software che permetta il completo disaccoppiamento delle principali funzionalità da implementare.

XML, *eXtensible Markup Language*, evoluzione dell'HTML per creare documenti multimediali ed interattivi e condividerli in Internet e Intranet.

Bibliografia

- Apache Jakarta Project, *The Apache Jakarta Tomcat 5 Servlet/JSP Container Documentation*, 2005, <http://jakarta.apache.org/tomcat/>.
- A. Fochi, *Progettazione e realizzazione di un sistema ad agenti per l'integrazione dati via web*, Università degli Studi di Parma, 2002.
- F. Bellifemine, G. Caire, T. Trucco, G. Rimassa, *Jade Programmer's Guide*, JADE 3.2, 2004, <http://jade.tilab.com/>.
- F. Bellifemine, G. Caire, T. Trucco, G. Rimassa, *Jade Administrator's Guide*, JADE 3.1, 2003, <http://jade.tilab.com/>.
- Foundation for Intelligent Physical Agents, *FIPA Specification*, 2005, <http://www.fipa.org>.
- L. Tonghini, *Strumenti per l'integrazione di tecnologie web e sistemi ad agenti*, Università degli Studi di Parma, 2005.
- L. Balzerani, *Web Services: un approccio morbido*, www.latoserver.it, 2001, http://www.latoserver.it/web_services/primer/.
- M. Campione, K. Walrath, A. Huml, *The Java Tutorial*, Sun Microsystem, 2005, <http://java.sun.com/docs/books/tutorial/index.html>.
- M. Dessi, *Spring e l'inversion of control*, www.mokabyte.it, 2004, <http://www.mokabyte.it/2004/10/spring.htm>.
- Spring framework developers, *Spring framework 1.2 reference manual*, 2005, <http://static.springframework.org/spring/docs/1.2.x/reference/index.html>.
- Sun Microsystem, *Java 2 SDK, Standard Edition Documentation, Version 1.4.2*, <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/index.html>.
- T. Loschiavo, L. Ridolfi, *Jucpop: manuale d'uso*, Università degli Studi di Parma, 2004.