

Un' Applicazione di E-government per la Gestione di Gare d'Appalto nella Pubblica Amministrazione

A. Grosso, M. Coccoli, and A. Boccalatte, *Dist – University of Genova*

Abstract—Lo sviluppo pervasivo delle nuove tecnologie dell'informazione, e in particolare di Internet, rappresenta un fattore di accelerazione e, al tempo stesso, lo strumento per “reinventare” le modalità di organizzazione e funzionamento delle amministrazioni pubbliche. In questo articolo viene presentato un sistema per la gestione automatica sul Web di gare d'appalto bandite dalla Pubblica Amministrazione in Italia basata sulla tecnologia ad agenti offerta dal framework AgentService. L'applicazione si avvantaggia quindi dell'elevata dinamicità e flessibilità delle comunità di agenti software e della interoperabilità offerta dai Web Service.

Index Terms—e-government, multi-agent system, on-line auction.

I. INTRODUZIONE

La diffusione di internet e la crescita del commercio elettronico stanno modificando alcune convenzioni del mondo economico, questo ha richiamato fortemente l'attenzione di governi e pubbliche amministrazioni, che sono intervenute a regolamentare il settore. Al momento attuale, sia da un punto di vista tecnico che legale, l'e-commerce può essere considerato una tecnologia matura e capace di attrarre sia imprese private che enti pubblici. Molte importanti istituzioni, ed in particolare la Comunità Europea e la Repubblica Italiana, stanno promuovendo lo sviluppo di servizi Internet per i cittadini, incoraggiando la nascita di sistemi informativi in grado di snellire la burocrazia e renderla più tempestiva [1].

Lo sviluppo pervasivo delle nuove tecnologie dell'informazione, ed in particolare di internet, rappresenta infatti un fattore di accelerazione e, al tempo stesso, lo strumento per:

- “reinventare” le modalità di organizzazione e funzionamento delle amministrazioni pubbliche;
- offrire ai cittadini, visti come “clienti”, servizi più tempestivi, qualitativamente migliori e facilmente accessibili

(quindi meglio distribuiti) attraverso l'uso della rete e della communication technology [2];

- contribuire, attraverso una maggiore interazione, a migliorare in modo significativo il rapporto tra apparati statali e cittadini;

- fornire servizi mirati, personalizzati, trasversali rispetto alle singole competenze e accessibili ovunque, in ogni momento.

La necessità di fornire servizi migliori, più efficienti, tempestivi e che non pesino eccessivamente sui bilanci è un'esigenza sentita oggi da ogni pubblica amministrazione a tutti i livelli e in qualsiasi parte del mondo [3].

Formalmente il governo elettronico (e-government) può essere definito come l'utilizzo delle nuove tecnologie telematiche nei rapporti tra la Pubblica Amministrazione (PA) e i cittadini, tra la PA e le imprese e tra gli organi della PA al loro interno (fra le diverse amministrazioni o i differenti livelli dello stato) [4]. Quindi, il “governo elettronico” interessa le applicazioni interne ed esterne delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) nel settore pubblico [5].

La Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Ministro per l'innovazione e le tecnologie hanno emanato una Direttiva [6] che fissa le linee guida per l'anno 2004 in materia di digitalizzazione della pubblica amministrazione, indicando come punti cardine i servizi on-line per cittadini e imprese e la trasparenza dell'azione pubblica.

In questo articolo viene presentata un'applicazione di e-government per la gestione di gare d'appalto bandite dalla pubblica amministrazione, che propone un nuovo approccio per la gestione di aste on-line basato sulla tecnologia ad Agenti ed i Web Service. Web Auction Server System (WASS) è un sistema per la gestione delle contrattazioni nelle aste sul Web. WASS è pensato per essere utilizzato nella pubblica amministrazione italiana per rendere automatico ed economico il processo di acquisizione delle risorse, ma è in grado di operare anche in contesti differenti come ad esempio portali per il commercio elettronico. WASS è strettamente legato alla tecnologia offerta dal framework AgentService [7].

Nella sezione II viene introdotto l'utilizzo della tecnologia ad agenti nelle aste on-line, mentre nella sezione III è illustrato il workflow per l'acquisizione di beni e servizi nella pubblica amministrazione. La sezione IV presenta le principali

Manuscript received October 27, 2004.

A. Grosso, M. Coccoli, and A. Boccalatte are with the Department of Communication, Computer and System Sciences, University of Genova, via Opera Pia 13, 16145 Genova, Italia (phone: +39 103532284; fax: +39 103532154; e-mail: {agrosso, coccoli, nino}@dist.unige.it).

caratteristiche dei sistemi multi-agente e descrive le caratteristiche del framework AgentService. L'architettura e le funzionalità del WASS sono dettagliate nella sezione V, dopo di che vengono evidenziate le conclusioni.

II. AGENTI E ASTE ON-LINE

Il commercio elettronico basato sulle aste on-line sembra essere un'area in cui il web dimostra di essere più efficace rispetto ai sistemi tradizionali; questo è dovuto principalmente alla sua natura altamente interattiva, al coinvolgimento di molti fornitori rispetto alle vendite tradizionali di tipo singolo fornitore-compratore, ed infine ad una significativa riduzione dei costi. Se si considera anche il proliferare su internet di applicazioni per aste on-line come Auctionline, Onsale, InterAuction ed eBay, risulta evidente che la contrattazione basata sulle aste è divenuta una delle principali forme di commercio elettronico.

Le aste sul Web costituiscono un meccanismo conveniente per automatizzare le transazioni commerciali, ciò è principalmente dovuto alla semplicità con cui avvengono le interazioni nella negoziazione "multi-party", ma anche al fatto che le aste on-line sono in grado di minimizzare le scorte e ridurre significativamente i costi sia di gestione che di consegna. Inoltre è opportuno osservare che l'applicazione di aste on-line nel campo della PA può portare, in aggiunta ai già citati vantaggi, una maggior trasparenza nella contrattazione e assegnazione degli appalti, ciò è dovuto all'automatizzazione del servizio che limita al minimo l'intervento umano e quindi una possibile frode.

In generale, i sistemi per la gestione delle aste hanno un'elevata complessità; questa non è data solamente da oneri computazionali, ma principalmente è dovuta a problemi di progettazione, perché occorrerà focalizzarsi su come aumentare il rendimento e allo stesso tempo soddisfare le esigenze dei partecipanti/compratori.

Le aste sono un dominio applicativo altamente attrattivo per i ricercatori del settore dell'intelligenza artificiale (AI), che coinvolge lo sviluppo di "auction server" [8, 9], la definizione di agenti per la contrattazione e le euristiche [10]. D'altra parte, le aste non sono impiegate solamente per il commercio sul Web, ma costituiscono anche uno dei principali meccanismi di coordinazione per problemi di allocazione di risorse/task basati su agenti [11, 12, 13, 14].

L'interesse dei ricercatori nell'ambito della programmazione ad agenti è ormai una realtà. I concetti base di "agente autonomo" e "sistema multi-agente" (MAS), introdotti nel campo della Distributed Artificial Intelligence (DAI), possono essere applicati a contesti differenti per la distribuzione del controllo dei processi decisionali tra i componenti dei sistemi. Attualmente sono a disposizione un certo numero di strumenti software creati per rendere più semplice la programmazione orientata agli agenti: questi sono in genere composti da librerie e "tool" che guidano gli utenti durante la progettazione, l'implementazione ed il testing dei

sistemi multi-agente. La tecnologia ad Agenti sembra quindi in grado di fornire il paradigma di programmazione adatto a modellare i sistemi di aste on-line. Questo è dovuto alle proprietà intrinseche degli agenti come l'autonomia e la proattività, che saranno trattate nei prossimi paragrafi.

III. IL WORKFLOW NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Con il termine workflow, usato nelle sue diverse accezioni, ci si può riferire: ad un processo aziendale, alle specifiche di un processo generico, ad un software che implementi ed automatizzi un processo, o ad un'applicazione per il coordinamento delle persone e dei computer che creano il processo stesso.

Con l'introduzione di modelli e principi di contabilità economica e controllo di gestione, gli ordinamenti contabili delle amministrazioni e degli enti pubblici stanno cambiando radicalmente. La gestione della pubblica amministrazione diventa sempre più simile a quella delle aziende private: individuazione di programmi ed obiettivi, adozione di sistemi di programmazione, consuntivazione e controllo, pianificazione per obiettivi, monitoraggio dei risultati.

In questi ultimi anni si assiste all'introduzione nell'ente pubblico di una cultura aziendale, rivolta al conseguimento di risultati, obiettivo perseguito con decisione anche da molteplici interventi legislativi. È un processo di modernizzazione complesso, che riguarda i sistemi informatici, ma che ha anche un forte impatto organizzativo, che richiede nuove figure professionali e un intervento capillare per favorire l'evoluzione culturale parallelamente all'introduzione all'utilizzo di nuovi criteri gestionali.

Il concetto di workflow può quindi essere affiancato anche alla realtà delle istituzioni pubbliche comprendendo attività di razionalizzazione e, conseguentemente, di informatizzazione, dei processi di una generica amministrazione.

Tutti i sistemi di workflow assumono come elemento costitutivo primario il concetto di processo, inteso come entità fondamentale alla base della struttura logica e funzionale, su cui si fonda sia un'azienda privata che un ente pubblico.

Un processo è pertanto caratterizzato principalmente da:

- un prodotto che, trasferendo valore al cliente, rappresenta il vero obiettivo dell'organizzazione;
- un insieme di attività che rappresentano il flusso operativo del processo.

Per la produzione dei prodotti/servizi sono in genere coinvolte una o più strutture organizzative, attraverso una distribuzione di compiti e responsabilità, codificati in norme e procedure.

Per poter operare sui processi è necessario poterli rappresentare ed analizzare. E' importante quindi disporre di modelli per la loro rappresentazione in grado di evidenziare tutti i loro aspetti critici, quali ad es. le risorse consumate, il processo di trasformazione, il prodotto/servizio, le regole e i vincoli di trasformazione (controlli), i tempi e i costi, ecc.

IV. AGENTI SOFTWARE E SISTEMI MULTI-AGENTE

Un agente è definibile come un'entità computazionale in grado di agire in modo autonomo [15], acquisire informazioni dall'ambiente circostante ed agire secondo la propria base di conoscenza, scambiare informazioni con altri agenti o con esseri umani, e perseguire i propri obiettivi intraprendendo opportune iniziative. Gli agenti, perseguono il raggiungimento dei goal prefissati eseguendo delle funzioni o task che, frequentemente, appaiono vincolate da relazioni di interdipendenza o di conflittualità [16]. Un agente opera in un ambiente di esecuzione condiviso con altri agenti e applicazioni software; gli agenti sono in grado di interagire con l'ambiente in cui vivono, al fine di perseguire il proprio obiettivo [17]. Gli agenti sono adattativi, possono imparare dai cambiamenti dell'ambiente che li circonda: le capacità di apprendimento e adattabilità consentono all'agente di raggiungere con successo i propri obiettivi [16].

L'abilità sociale degli agenti costituisce una delle più importanti caratteristiche della programmazione orientata agli agenti. Un sistema multi-agente, MAS (multi-agent system), rappresenta una comunità sociale di membri interdipendenti che agiscono individualmente [18].

L'architettura che può essere considerata standard de facto per i sistemi multi-agente è quella descritta all'interno delle specifiche proposte dalla Foundation of Intelligent Physical Agents (FIPA) [19].

A. AgentService

AgentService è un ambiente completo per la progettazione, l'implementazione ed la distribuzione di applicazioni orientate agli agenti; fornisce quindi una specifica piattaforma di esecuzione degli agenti ed un linguaggio di programmazione agent-oriented. La Common Language Infrastructure (CLI) costituisce la base dell'ambiente di programmazione ed esecuzione di AgentService: gli agenti sviluppati con AgentService hanno pieno accesso al mondo dei componenti e all'ampia gamma di servizi offerti dalla CLI. Analizziamo ora gli elementi chiave proposti da Agent Service.

Il modello di agente: l'agente è composto da due elementi fondamentali: comportamenti e unità di conoscenza. I Behaviour rappresentano le attività concorrenti eseguite dall'agente. La Knowledge è composta da strutture dati persistenti condivise tra i behaviour e determina lo stato dell'agente.

Il framework ad agenti: una piattaforma di programmazione ad agenti che si basa sul modello sopra descritto e segue le specifiche architetturali indicate da FIPA. Gli agenti in esecuzione con i relativi comportamenti concorrenti sono ospitati all'interno di uno specifico dominio applicativo (AppDomain) della CLI. L'esecuzione e la sincronizzazione dei comportamenti concorrenti è gestita dalla piattaforma. AgentService che garantisce un elevato grado di scalabilità e sicurezza grazie alle caratteristiche offerte dagli AppDomain. In accordo al Document Object Model proposto con il framework, vi è una netta separazione tra la definizione di agente da parte del programmatore (design time agent) e la

relativa istanza di agente in esecuzione (runtime agent). Tale separazione garantisce maggiore semplicità di programmazione ed assoluta autonomia all'agente. Le capacità sociali degli agenti si determinano tramite lo scambio di messaggi che si basa sul canale di comunicazione offerto dal sistema di "Remoting" della CLI.

Agent Programming Extensions (APX): un set di estensioni del linguaggio di programmazione C# mirate a semplificare lo sviluppo di applicazioni con AgentService. Il modello ad oggetti di AgentService è nascosto da APX, così che allo sviluppatore possa essere presentata una più semplice interfaccia orientata agli agenti che comporta limitati cambiamenti alla sintassi del C#.

B. Common Language Infrastructure

La Common Language Infrastructure è uno standard ECMA [20] e ISO-IEC [21] che definisce un ambiente virtuale di esecuzione. CLI è una piattaforma di programmazione orientata ai componenti in cui moduli di codice sono eseguiti in un contesto sicuro.

La Common Language Infrastructure è stata progettata per essere il target di differenti linguaggi di programmazione; offre una ricca libreria di classi ed un ampio set di servizi a runtime che garantiscono un'efficace esecuzione del codice. L'interoperabilità di linguaggio è una delle caratteristiche più innovative della CLI: moduli scritti in differenti linguaggi di programmazione possono interoperare con facilità senza bisogno di connettori software realizzati ad-hoc.

Sono disponibili implementazioni differenti della CLI per diversi sistemi operativi e diverse piattaforme hardware. Un'implementazione shared source della CLI è SSCLI comunemente nota con il nome di Rotor [22].

V. WEB AUCTION SERVER SYSTEM

In questo paragrafo viene presentato un sistema per la gestione di aste on-line. Web Auction Server System (WASS) garantisce ai fornitori un modo semplice ed automatico per competere in una contrattazione attraverso la tecnologia offerta dal framework AgentService e promossa grazie ai Web Service.

L'obiettivo del WASS è quello di fornire all'amministrazione pubblica italiana una via di accesso al mercato elettronico nel rispetto delle regole di workflow imposte dalla legislazione vigente. Le gare telematiche indette per l'acquisto di beni e servizi sono infatti regolamentate da una precisa normativa¹.

L'applicazione si prefigge quindi lo scopo di snellire le procedure amministrative per quel che riguarda l'approvvigionamento di beni o servizi da parte degli organi della Pubblica Amministrazione. E' stato realizzato un sistema di negoziazione che provvede a valutare in maniera automatica le offerte inviate dai fornitori partecipanti alla

¹ D.P.R. del 4 aprile 2002, n. 125, pubblicato sulla G.U. del 30 maggio 2002 e dalle successive linee guida

gara, predisponendo una graduatoria sulla base dei criteri scelti dall'amministrazione ordinante. Per l'abilitazione dei fornitori sono predisposti dall'amministrazione appositi bandi.

In particolare, l'applicazione si propone di:

- automatizzare il reperimento dei fornitori; attualmente avviene tramite contatto diretto oppure tramite gara pubblicata su un quotidiano di livello nazionale e può quindi dare luogo a esborsi di denaro;
- confrontare, tramite procedure automatiche, tutte le proposte raccolte e valutarne i risultati;
- migliorare i tempi di esecuzione dell'intero processo di acquisto, minimizzando soprattutto quelli imputabili alla burocrazia, riducendo i costi anche in termini di risorse umane e di documenti circolanti;
- aumentare la velocità di ricerca delle informazioni, predisponendo la memorizzazione su supporti di tipo digitale e quindi in database per un facile e rapido accesso ai dati.

Inoltre si introducono novità quali:

- la possibilità di attivare una gara d'appalto direttamente on-line;
- il controllo on-line l'andamento delle gare in tempo reale;
- la modifica delle informazioni presenti nelle basi di dati in maniera sicura e rapida senza dover compilare richieste o altri tipi di modulistica.

L'idea del WASS è nata dallo studio del flusso di documenti che avviene in relazione all'attività di approvvigionamento in una amministrazione comunale.

Il sistema proposto si basa, per ciò che riguarda la gara d'asta, sul paradigma ad agenti e, per la promozione e distribuzione del servizio, sui Web Service. La modellazione dei partecipanti all'asta attraverso l'uso di agenti software consente di sfruttare la caratteristica di alta flessibilità propria delle comunità di agenti (l'ingresso dinamico di nuovi agenti alla gara è una caratteristica nativa delle "agent society") e la loro proattività (ogni offerente è in grado di agire in maniera autonoma ed indipendente e può partecipare ad un'asta o fare un rilancio senza dover necessariamente essere stimolato da un'altra entità).

Il sistema WASS si appoggia su di una base di dati per l'archiviazione delle informazioni relative a gare, fornitori e risorse da acquisire, e per la realizzazione di report. Oltre al data base, la struttura del WASS è formata da tre componenti fondamentali:

- l'interfaccia web, per la parte grafica e di autenticazione. Rappresenta il mezzo di comunicazione fra gli utenti e il web service ed è materialmente il sito che rappresenta l'agenzia e dal quale partono tutti i servizi disponibili. Contiene tutti i controlli e form che servono per l'acquisizione dei dati necessari per l'esecuzione di query sul database e per l'immissione dei dati relativi all'appalto, alla verifica della situazione della gara, e della congruenza dei dati immessi.
- il Web Service, espone i servizi del WASS rendendoli accessibili alle pagine Web, consentendo ad esse l'accesso alla base di dati. Contiene materialmente le query che vengono richiamate dalle pagine web e restituisce i risultati delle interrogazioni alle stesse. Il Web Service è anche riferimento

per la piattaforma ad agenti infatti contiene i metodi di avvio e gestione della contrattazione per la creazione di report sullo stato della gara.

- il sistema multi-agente, all'interno del quale gli agenti, creati con AgentService, rappresentano i fornitori e la Pubblica Amministrazione ed implementano l'intero meccanismo di contrattazione.

Possiamo ora riassumere il procedimento di attivazione ed esecuzione dell'asta. L'impiegato invia attraverso un pagina web la richiesta per una nuova gara d'appalto. La richiesta viene sottoposta al Web Service che accede al data base delle gare e costruisce un nuovo profilo di asta al quale verranno associati i possibili fornitori interessati in base alla categoria merceologica di appartenenza. La gara e la lista dei fornitori vengono quindi inviate alla piattaforma ad agenti, che attiva la contrattazione e dopo il tempo stabilito fornisce il risultato al Web Service che lo rende disponibile al sito Web.

A. Abilitazione dei fornitori alla gara

Le ditte fornitrici si iscrivono al sistema inviando una richiesta scritta alla Pubblica Amministrazione. In essa le ditte fornitrici devono inserire i dati identificativi della società:

- ragione o denominazione sociale;
- Partita IVA;
- Codice Fiscale;
- via e numero civico della sede legale della società;
- CAP della sede legale della società;
- città della sede legale della società;
- nazione della sede legale della società;
- rappresentante legale;
- categoria merceologica di appartenenza.
- caratteristiche dei beni forniti.

L'azienda deve inoltre dimostrare di essere in regola con i pagamenti INPS e INAIL e deve impegnarsi, qualora si aggiudichi una gara, a fornire i beni nella qualità e caratteristiche, che ha dichiarato di fornire, in sede di iscrizione.

Una volta accertate le credenziali l'ufficio della Pubblica Amministrazione comunicherà all'amministratore del sistema, che non fa parte della Pubblica Amministrazione, come già specificato, i parametri della ditta. Quest'ultimo effettuerà la registrazione nel database, comunicando in maniera scritta alla ditta fornitrice l'avvenuta iscrizione con esito positivo.

La contrattazione è basata su agenti software è quindi necessario che ogni ditta fornitrice presenti tramite client Web le indicazioni per caratterizzare i comportamenti dei suoi agenti in modo da rendere completamente automatica la contrattazione. E' tuttavia possibile disabilitare e abilitare on line l'agente, per escluderlo o meno, da contrattazioni future, ed è prevista la costruzione di una serie di procedure per poter cambiare o aggiornare alcuni comportamenti degli agenti.

Il Sistema è impostato in modo da ricercare la ditta fornitrice da far partecipare alla gara in base alla categoria merceologica indicata in fase di registrazione.

B. Contrattazione

Attualmente, nella maggior parte dei casi, una gara di appalto o di fornitura utilizza il meccanismo dell'offerta a busta chiusa, in cui ogni partecipante effettua una offerta che non può più essere modificata e raggiunta la data di scadenza del bando, vengono aperte le buste e valutata l'offerta migliore. Nel sistema proposto viene invece istituita un'asta al ribasso, una delle tipologie d'asta indicate dalla regolamentazione degli appalti pubblici; tale modalità d'asta prevede che vengano formulate più offerte da parte di uno stesso fornitore. I valori delle offerte vincenti sono rese pubbliche in modo che tutti conoscano l'offerta migliore temporanea, mentre viene tenuto nascosto solo colui che l'ha formulata. Anche in questo caso, la contrattazione termina una volta scaduto il tempo.

All'interno del sistema WASS troviamo due tipi di agenti, descritti in AgentService da due differenti template, che dovranno condurre la contrattazione:

- bidder agent, che rappresenta l'offerente, nel nostro caso interpreta il ruolo del fornitore;
- auctioneer agent, che rappresenta il banditore, nel nostro caso la pubblica amministrazione.

Analizziamo quindi come si articola lo svolgimento della gara. Dopo che la richiesta di appalto è stata sottoposta al WASS, il sistema si occuperà di trasmettere le informazioni necessarie al MAS; uno specifico agente di servizio in grado di interoperare con il *back-end* del Web Service si occuperà di comunicare all'agente banditore la descrizione della gara ed i possibili partecipanti selezionati dal WASS in base alla categoria merceologica.

L'*auctioneer agent* comunicherà ai *bidder agent* potenzialmente interessati l'apertura della nuova gara indicandone il tipo di contrattazione e la scadenza. A questo punto l'asta ha inizio. A tal proposito nell'applicazione sono stati implementati due tipi di aste al ribasso:

- semplice;
- pesata.

L'asta semplice è basata sul controllo dell'importo dell'offerta pervenuta. Ovviamente l'offerta con l'importo minore, si aggiudica la qualità di vincente temporaneo. Tutte le offerte successive vengono misurate in base al vincente temporaneo e vengono scartate tutte le offerte superiori. L'offerta minore alla scadenza si aggiudicherà l'asta.

L'asta pesata, si basa sul calcolo di un punteggio (P), pesato in base all'importo dell'offerta ed ai giorni di consegna.

$$P = a * W_i + b * W_t$$

I coefficienti W_i e W_t sono i pesi, mentre a è dato dal rapporto tra l'importo dell'offerta migliore e quello dell'offerta ricevuta, e b dal rapporto tra il miglior tempo di consegna (espresso in giorni) ed il tempo di consegna proposto. Si aggiudica l'asta colui che ottiene il punteggio maggiore al termine dei giorni previsti per la contrattazione.

Ogni volta che riceve una offerta, l'agente della pubblica amministrazione la confronta con l'offerta migliore

temporanea, e periodicamente, calcola il vincitore momentaneo. Il controllo dell'offerta migliore viene effettuato da un comportamento dell'*auctioneer agent*; quindi grazie alla modularità dei *behaviour* di AgentService è possibile modificare con facilità il criterio della scelta del vincente in funzione del tipo di asta o di quanto indicato dalla gara di appalto. Basterà per questo che il programmatore fornisca all'agente banditore il nuovo comportamento, selezionandolo ad esempio dalle librerie di AgentService.

Alla fine di ogni giorno di contrattazione o, in ogni caso, dopo un determinato periodo di tempo, l'agente della pubblica amministrazione comunica il vincente a tutti gli altri agenti, in modo tale che possano eventualmente riformulare le loro offerte oppure decidere di abbandonare la contrattazione qualora avessero raggiunto i loro limiti di sconto applicabile imposti dai rispettivi fornitori.

Al termine dell'asta viene inviata una e-mail alla ditta vincitrice, nella quale vengono riepilogati i dettagli della gara, la descrizione completa degli articoli e delle loro caratteristiche tecniche, i tempi di consegna pattuiti, ecc. La ditta fornitrice dovrà rispondere alla e-mail, per confermare la fornitura, in caso contrario, trascorso un termine di tempo, si processerà la seconda migliore offerta.

Il progetto WASS, attraverso un servizio di report, fornisce in tempo reale una vista semplice e dettagliata dei messaggi che gli agenti si stanno scambiando nel corso di un processo di gara. Questo feed-back immediato su ciò che la piattaforma sta processando su un server remoto garantisce un elevato grado di trasparenza delle operazioni di contrattazione dal lato front-end sia del fornitore sia dell'impiegato statale. Al contempo il sistema mantiene l'anonimato dei fornitori partecipanti.

C. Bidder Agent

Analizziamo ora come è modellato il "template" dell'agente che rappresenta i partecipanti alla gara on-line. Secondo il modello proprio di AgentService, l'agente viene descritto attraverso i comportamenti, che ne caratterizzano l'attività, e le unità di conoscenza, che ne costituiscono il sapere.

Vediamo quindi quali sono le *knowledge* e i *behaviour* che definiscono il *bidder agent*:

Knowledge

- Active Auction: contiene le informazioni sulle aste a cui sta attualmente partecipando. Per ciascuna asta viene identificato il tipo, la quantità e il tipo di merci per cui si sta contrattando ed eventualmente il prezzo di partenza suggerito dall'acquirente;

- Auction Repository: contiene informazioni su ogni asta a cui l'agente ha partecipato, consiste in pratica in un archivio storico utile all'agente come base statistica per formulare offerte sempre più vincenti;

- Budget: è composta di tutti i dati necessari all'agente per formulare le offerte, quali ad esempio il prezzo limite e altre indicazioni stabilite dal fornitore che rappresenta;

Behaviour

- Communicator: concerne tutta l'attività di comunicazione

tra offerente e banditore: ricezione del bando dell'asta, invio delle offerte e ricezione delle informazioni sullo stato attuale dell'asta.

- Operator(s): implementa un particolare algoritmo di contrattazione strettamente legato al tipo di asta a cui l'agente partecipa.

- Manager: quando viene a conoscenza dell'inizio di un'asta decide in base al "Budget" se parteciparvi ed in caso di scelta favorevole con quale strategia contrattare con gli altri agenti.

Il *Template* del bidder agent può naturalmente essere modificato, definendo differenti *behaviour* e *knowledge*, o più facilmente personalizzando gli Operator. Ad ora sono implementati Operator con algoritmi per la contrattazione in aste al ribasso di tipo semplice, vickrey, busta chiusa, ed aste al rialzo di tipo inglese.

Vediamo ora come si articola l'attività del bidder agent durante la partecipazione ad un'asta. L'agente banditore dell'asta comunica l'inizio dell'asta attraverso il *behaviour Communicator*; quest'ultimo inserisce in *Active Auction* i parametri dell'asta e il prezzo di partenza e attiva il *behaviour Manager*.

Il Manager decide se partecipare o meno all'asta a seconda del prezzo limite e delle indicazioni contenute in *Budget*; se decide di parteciparvi sceglie l'algoritmo da utilizzare per calcolare l'offerta usando le strategie implementate in Operator. Il Manager poi si occuperà di aggiornare l'*Auction Repository*. Le offerte vengono poi inviate all'*auctioneer agent* tramite il *Communicator*, che, come visto nel paragrafo precedente, tra le tante offerte ricevute, stabilisce, in funzione del tipo di asta, quale è la vincente. Il banditore si occuperà quindi di notificare l'ammontare dell'offerta temporaneamente migliore a tutti gli agenti in gara per eventuali rilanci. Questo fino al sopraggiungere del tempo limite per l'asta.

VI. CONCLUSIONI

Considerando il panorama estremamente eterogeneo per ciò che concerne l'Information Technology (IT) all'interno delle amministrazioni pubbliche, l'attenzione è stata rivolta ad aspetti quali l'interazione tra tecnologie diverse su varie piattaforme e su diversi dispositivi. L'adozione di standard aperti e l'assenza di vincoli di linguaggio o piattaforme da utilizzare risulta decisiva al fine di rendere raggiungibili i risultati prefissati. Da qui la scelta di uno strumento software quale il Web Service, basato su standard aperti e caratterizzato da portabilità e interoperabilità. Si è perciò voluto realizzare un'applicazione Web semplice, intuitiva e funzionale, che presentasse un alto grado di autonomia riducendo al minimo gli interventi, sia dell'amministrazione pubblica che dei fornitori. Per far fede a tale principio, è stato sviluppato un servizio che si avvalsesse della tecnologia ad agenti proprio per la loro capacità di compiere azioni autonome in contesti complessi.

Gli agenti, grazie a caratteristiche quali autonomia e proattività, si candidano ad essere la strategia vincente per

modellare il nascente quadro economico nel quale sempre più spesso sarà richiesto alla macchina di esibire comportamenti "intelligenti".

Il progetto WASS presenta ampi margini di miglioramento in quanto in questa sua prima realizzazione costituisce una solida infrastruttura software di base, sulla quale poter implementare ulteriori servizi e funzionalità. Il progetto è stato concepito proprio come punto di partenza estremamente "aperto" e flessibile in termini di:

- adattabilità ad eventuali nuovi vincoli normativi in materia di approvvigionamento per via telematica o ad esigenze peculiari di un ente pubblico. Queste possono risultare decisamente differenti per effetto della disomogeneità esistente tra le realtà comunali, provinciali e regionali sia a livello nazionale che in altri paesi;

- possibilità di implementare una più ampia casistica dei comportamenti (*behaviour*) per ogni singolo agente partecipante alla gara. Questo rende l'agente sempre più capace di adattarsi autonomamente alle differenti circostanze. Ad esempio, prevedendo cambi di comportamento di uno stesso agente fornitore in funzione dell'importo complessivo della commessa, dell'andamento della trattativa d'asta in corso, o della differente categoria merceologica oggetto della trattativa d'asta, ecc. In questo ambito la letteratura di riferimento dalla quale poter attingere nuove logiche comportamentali è rappresentata dalla Teoria dei giochi [23].

- possibilità di affiancare altre tipologie d'asta a quelle ad ora previste.

La suddivisione del progetto WASS in tre componenti distinti, permette di mantenere un ottimo livello di modularità e di chiarezza a servizio dello sviluppatore. In una visione di più ampio respiro e grazie a tale modularità, alla soluzione si potranno affiancare altri progetti in grado di integrarsi, interagire e di automatizzare i processi che precedono la gara d'appalto (studio di fattibilità, richiesta di finanziamento, autorizzazione, capitolato, pre-qualificazione), nonché i flussi documentali che gli stessi originano. Inoltre, per ottenere questa ulteriore semplificazione delle operazioni a carico degli impiegati statali, potrebbe essere necessaria una parallela riformulazione e standardizzazione di tali fasi.

Il sistema proposto, proprio per la sua architettura, ben si adatta ad operare anche in contesti differenti da quello del settore pubblico. A tal fine occorrerà, oltre alla personalizzazione dell'interfaccia, che i ruoli del banditore e dei partecipanti all'asta siano interpretati da soggetti differenti e che i relativi agenti che li rappresentano utilizzino gli appropriati algoritmi di contrattazione attraverso gli Operator della libreria del WASS (ad esempio una casa d'aste con un'asta all'inglese).

L'interesse verso l'informatizzazione dei processi delle pubbliche amministrazioni è dimostrato dal numero crescente di applicazioni che hanno per oggetto l'e-government; nel caso dell'acquisizione di risorse è interessante valutare e rapportare al WASS il progetto *eMarket* proposto dal Ministero delle Comunicazioni e Tecnologie Informatiche della Romania [24].

Come specificato dai realizzatori, il sistema *eMarket* è un progetto di commercio elettronico portato avanti dal governo della Romania nell'ambito dell' "European eGovernment Framework" nella forma di un mercato virtuale su internet. Il progetto pilota è iniziato nel marzo del 2002 con lo scopo di offrire una strada alternativa alle acquisizioni pubbliche. Le aste sono organizzate dalle istituzioni pubbliche e sono rese disponibili a qualsiasi società privata. Il meccanismo di offerta è molto semplice ed il sistema garantisce la vittoria al miglior offerente. L'*eMarket* sembra offrire molti dei vantaggi discussi per il WASS, primo fra tutti trasparenza e concorrenza nelle aste, ma il sistema di contrattazione è sostanzialmente differente dato l'impiego nel WASS della tecnologia ad agenti. Il WASS garantisce, per le caratteristiche proprie dei MAS, un livello più elevato di automatizzazione del processo di contrattazione e maggiore flessibilità di utilizzo vista la facile riusabilità e personalizzazione dei componenti già realizzati e la possibilità di programmarne di nuovi progettati ad hoc per rispondere a esigenze differenti.

Considerando il mercato in cui si va a collocare un sistema fortemente autonomo come quello realizzato, è indubbia una certa perplessità da parte degli operatori nel delegare decisioni di importanza strategica "completamente nelle mani di un software". In tale contesto, potrebbe essere oggetto di studio una soluzione più equilibrata dal punto di vista del grado di interazione e decisione concesso ai suoi utenti, limitando gli agenti all'esecuzione automatica di task ripetitivi e quindi a strumenti computazionali per il supporto alle decisioni. Queste alternative potrebbero, in un secondo tempo, essere testate dal punto di vista delle prestazioni e confrontate con quelle del WASS.

BIBLIOGRAFIA

- [1] eEurope 2005 Action Plan:
http://europa.eu.int/information_society/eeurope/2005/all_about/action_plan/text_en.htm
- [2] "E-government: nuovi paradigmi organizzativi e formativi nelle regioni e negli enti locali": <http://www.di.unipi.it/parete/InItalia.html>
- [3] "E-government – maggior autonomia e iniziativa ai cittadini":
http://www.eu.microsoft.com/italy/business/filePub/58382952wpEgovP_A.pdf
- [4] "E-government": <http://cittadinonline.caltanet.it/egovern.shtml>
- [5] "La società dell'informazione":
http://www.mininnovazione.it/ita/soc_info/politiche_governo/affariregionali.shtml
- [6] DIRETTIVA 18 dicembre 2003 - Linee guida in materia di digitalizzazione dell'amministrazione per l'anno 2004. (GU n. 28 del 4-2-2004).
- [7] A. Boccalatte, A. Gozzi, A. Grosso, C. Vecchiola, "AgentService", The Sixteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE'04), Banff Centre, Banff, Alberta, Canada 20-24 June 2004.
- [8] P. R. Wurman, M. P. Wellman, and W. E. Walsh. The Michigan Internet AuctionBot: A Configurable Auction Server for Human and Software Agents. In Second International Conference on Autonomous Agents (AGENTS'98), 1998.
- [9] J. A. Rodriguez-Aguilar, P. Noriega, C. Sierra, and J. Padget. Fm96.5 a java-based electronic auction house. In Second International Conference on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM'97), 1997.
- [10] P. Garcia, E. Gimenez, L. Godo, and J. A. Rodriguez-Aguilar. Possibilistic-based design of bidding strategies in electronic auctions. In The 13th biennial European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-98), 1998.
- [11] F. Ygge and H. Akkermans. Making a case for multi-agent systems. In M. Boman and W. V. de Velde, editors, Advances in Case-Based Reasoning, number 1237 in Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 156–176. Springer-Verlag, 1997.
- [12] F. Ygge and H. Akkermans. Power load management as a computational market. In Proceedings of the Second International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-96), 1996.
- [13] B. A. Huberman and S. Clearwater. A multi-agent system for controlling building environments. In Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-95), pages 171–176. AAAI Press, June 1995.
- [14] M. P. Wellman. A market-oriented programming environment and its application to distributed multicommodity flow problems. Journal of Artificial Intelligence Research, (1):1–23, 1993.
- [15] Michael J. Wooldridge, Nicholas R. Jennings, Agent Theories, Architectures, and Languages: A Survey, Workshop on Agent Theories, Architectures & Languages (ECAI'94), 1994.
- [16] M. Wooldridge, "Intelligent Agents", in Multi-agent Systems – A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, G. Weiss Ed., Cambridge, MA, pp. 27-78, 1999.
- [17] G. Weiss, Multi-agent Systems – A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, G. Weiss Ed., Cambridge, MA, 1999.
- [18] Shen, W. and Norrie, D. (1999) "Agent-Based Systems for Intelligent Manufacturing: A state-of-the-Art Survey". Knowledge and Information Systems, 1(2):129-156.
- [19] FIPA Abstract Architecture Specification, FIPA standard SC00001L: <http://www.fipa.org/specs/fipa00001/SC00001L.pdf>.
- [20] Standard ECMA-335: Common Language Infrastructure (CLI) 2nd Edition, Dec. 2002, ECMA:
<http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-335.htm>.
- [21] Standard ISO/IEC 23271:2003: Common Language Infrastructure, March 28, 2003, ISO.
- [22] Microsoft Shared Source CLI:
<http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/msdnmag/issues/02/07/sharedsourcecli/toc.asp>
- [23] S. Tijs. Introduction to Game Theory, New Delhi, Hindustan Book Agency, 2003.
- [24] E-market, Electronic System for Public Acquisition:
http://www.e-licitatie.ro/index_en.htm