

Progetto per il *corso* di Sistemi Multi-Agente LS

Approcci Multi-Agente per Home Automation System

Tania Ricci

Introduzione

- Oggi si assiste ad un utilizzo crescente di prodotti elettronici, che sta modificando radicalmente lo stile di vita delle persone.
- Le nostre case sono popolate di dispositivi elettronici, impianti di riscaldamento, condizionamento, antincendio, antintrusione, elettrodomestici “intelligenti”.
- Questi dispositivi, fino a poco tempo fa, erano indipendenti tra loro.
- Il passo in avanti, attraverso la domotica, è quello dell'interconnessione di tutti i dispositivi che popolano le abitazioni.

Cos'è la domotica?

- Scienza interdisciplinare che si occupa dello studio delle tecnologie atte a migliorare la qualità della vita nelle abitazioni

Domotica → *Domotique* = *Domos* (casa) + *Informatique* (Informatica) Informatica applicata alla casa.

- Non coincide con i sistemi di automazione e telecontrollo, ma deve essere concepita mediante gli studi che tendono ad integrare tali sistemi nell'abitare.
- Molte tecnologie e professionalità: ingegneria edile, elettrotecnica, elettronica, telecomunicazioni ed informatica.
- "*casa intelligente*" → ambiente domestico, opportunamente progettato e tecnologicamente attrezzato, che mette a disposizione dell'utente impianti che vanno oltre il "tradizionale"
- Apparecchiature e sistemi sono in grado di svolgere funzioni parzialmente autonome o programmate dall'utente o, recentemente, completamente autonome

Home vs Building Automation

Building Automation

- automazione degli edifici (uffici, alberghi, università, ...).
- settore già consolidato e considerato ad un livello superiore rispetto alla domotica
- permette la gestione coordinata, integrata e automatizzata degli impianti tecnologici (climatizzazione, distribuzione acqua, gas ed energia, impianti di sicurezza), delle reti informatiche e di comunicazione
- miglior gestione, comfort, sicurezza, risparmio energetico degli immobili, qualità dell'abitare e del lavorare all'interno degli edifici.

Home vs Building Automation

Home Automation:

- automatizzazione di ambienti domestici
- settore recente e in fase di espansione
- considerato a livello inferiore
- deve redistribuire i servizi del condominio nonché eventuali sotto servizi alle varie stanze dell'appartamento.

I due settori possono essere considerati in contrapposizione.

Inizialmente si era pensato che gli stessi prodotti e approcci utilizzati nella Building Automation, potessero essere applicati all'Home Automation, se pur adattati su scala ridotta.

Questo passaggio in realtà non è così banale, poiché le due aree, per quanto vicine, sono molto diverse.

Caratteristiche di un sistema domotico

Semplicità: il sistema domotico è diretto ad un pubblico vasto e non professionale

Continuità di funzionamento: il sistema dovrà offrire un servizio continuativo e immune da guasti, o comunque semplice da riparare e in tempi brevi

Affidabilità: il sistema deve funzionare sempre, senza richiedere particolari attenzioni; in caso di guasti deve fornire il servizio o uno ad esso affine, funzionalmente ridotto

Basso costo: costo contenuto delle periferiche (sensori, attuatori, ecc.) e della rete di interconnessione tra i diversi moduli funzionali.

Caratteristiche di un sistema domotico

Le tecnologie per la domotica permettono inoltre di ottenere alcuni vantaggi quali ad esempio:

Risparmio energetico: un sistema completamente automatizzato dovrà evitare i costi generati da sprechi energetici dovuti a dimenticanze o ad altre situazioni, monitorando continuamente i consumi e gestendo le priorità di accensione degli elettrodomestici.

Automatizzazione di azioni quotidiane: deve semplificare alcune azioni quotidiane, soprattutto quelle ripetitive, e non deve in alcun modo complicarle.

Le Aree Domotiche

Classificazione sia in termini progettuali sia di prodotto:

- ***sicurezza attiva*** (*security*: sistemi di protezione e controllo di accessi; *safety*: sistemi di protezione ambientale)
- ***microclima ambientale*** (condizionamento, climatizzazione)
- ***energia elettrica e illuminazione***
- ***apparecchiature elettrodomestiche*** che incorporano funzioni intelligenti (compresi i sistemi di intrattenimento)
- ***telecomunicazioni*** (reti, sistema telefonico, apparati satellitari,..)

Applicazioni e scopi di un HAS

Sicurezza	Risparmio Energetico	Comfort/Relax Indipendenza	Connettività
Antinfortunistica Domestica Protezione dalle Intrusioni Telesorveglianza Telesoccorso	Ottimizzazione del funzionamento di impianti e accessori Contenimento delle Dispersioni termiche e degli sprechi	Benessere Ambientale Possibilità di controllo (anche a distanza) degli elettrodomestici degli impianti Sistemi per Disabili	Collegamento Rapido ed efficiente con il mondo esterno

Multi-Agent System e Home Automation System

IHome Environment casa intelligente che utilizza sistemi Multi-Agente per controllare il comportamento degli elettrodomestici dal punto di vista del consumo di risorse e della coordinazione, tramite agenti intelligenti associati a particolari elettrodomestici.

MavHome casa intelligente vista come un agente intelligente che percepisce il suo ambiente attraverso l'uso di sensori, e può agire sull'ambiente attraverso degli attuatori. La casa ha goal globali, come minimizzare il costo del mantenimento della casa e massimizzare il comfort dei suoi abitanti. Ha capacità di predizione, ragionamento e adattamento ai suoi abitanti.

Multi-Agent System e Home Automation System

C@sa sistema Multi-Agente che ha lo scopo di modellare, controllare e simulare il comportamento della casa in accordo alle caratteristiche dell'utente e del contesto, tramite una gerarchia di agenti, con controllo centralizzato da parte di un agente supervisore.

Adaptive House casa in grado di programmare se stessa osservando lo stile di vita e i desideri degli abitanti e di apprendere per anticipare e accontentare le loro necessità. Sebbene in questo lavoro non è utilizzata la teoria dei sistemi Multi-Agente, questo sistema è interessante poiché il controllo è gestito da una rete neurale ad apprendimento con rinforzo e tecniche di previsione.

Approcci MAS di diverse università

- I° approccio:** proposto dall'Università Politecnica delle Marche e riguarda la modellazione di un Home Automation System tramite un Sistema Multi-Agente.
- II° approccio:** proposto da un'università spagnola (Departamento de Automática, Universidad de Alcalá) e tratta la modellazione di servizi per l'identificazione e la rilevazione della presenza dell'utente all'interno di un'abitazione, per realizzare la personalizzazione dell'ambiente domestico.
- III° approccio:** proposto da due università francesi (Laboratoire LIG-Institut de Grenoble, Laboratoire G-SCOP de Saint Martin d'Hères) e presenta la modellazione di un Home Automation System, dedicato alla gestione dell'energia, che ne adatta il consumo alle risorse disponibili, in accordo ai criteri di costo e di benessere degli abitanti.

I° Approccio

Obiettivi:

- introdurre una modellazione e una formalizzazione rigorosa
- definire degli strumenti pratici per l'analisi delle performance e delle strategie di controllo e di allocazione delle risorse.

Un Home Automation System (HAS) è costituito da un insieme di elettrodomestici e altri dispositivi o sottosistemi, che sono collegati tra loro tramite una rete di comunicazione di qualche tipo.

Il sistema è caratterizzato dalla presenza di risorse comuni limitate (es. energia elettrica), da componenti e vincoli di diversi tipi, una struttura distribuita e un comportamento ibrido guidato da eventi/tempo.

Home Automation Systems come Sistemi Multi-Agente

Home Automation System è costituito da elettrodomestici e altri dispositivi o sotto-sistemi collegati tramite una rete di Comunicazione.

Le caratteristiche delle entità in un H.A.S. possono essere informalmente descritte:

- **Autonomy**: la capacità di eseguire le proprie attività, quando richiesto, senza il supporto del H.A.S. o, in alternativa, la capacità di negoziare risorse interagendo con gli altri agenti.
- **Collaborative Behaviour**: la capacità di cooperare con gli altri agenti al fine di condividere risorse e raggiungere obiettivi comuni.
- **Adaptability**: la capacità di modificare il proprio comportamento in base ai processi d'interazione
- **Reactivity**: la capacità di reagire, con un certo grado, alle azioni del sistema.

Home Automation Systems come Sistemi Multi-Agente

In un Home Automation System si ha una collezione di componenti (*agenti*) e un'architettura generale, che definisce l'ambiente entro il quale essi interagiscono e le loro modalità di interazione.

H.A.S. si qualifica come Sistema MultiAgente:

- non vi è un controllore centralizzato o un supervisore;
- i dati e la conoscenza sono decentralizzate;
- la potenza computazionale è distribuita e asincrona;
- ogni agente ha informazioni o capacità incomplete (conoscenza e consapevolezza limitata della situazione generale).

Anche l'utente umano viene considerato come un agente, che compete per le risorse come gli altri agenti.

Agenti Domotici

Definizione 1. Un agente è un'entità fisica o virtuale che:

- è in grado di eseguire azioni specifiche in un dato ambiente
- è in grado di percepire gli elementi dell'ambiente
- è in grado di costruire modelli (parziali) dell'ambiente
- è in grado di utilizzare le proprie risorse e le risorse dell'ambiente
- è in grado di indirizzare le proprie azioni verso specifici goal
- è in grado di comunicare direttamente con gli altri agenti nell'ambiente
- è in grado di offrire servizi agli altri agenti
- è in grado di governare le sue azioni in base ai suoi goal, alla sua conoscenza dell'ambiente, alle risorse disponibili.

Definizione 2. Un *domotic object* è un agente generico nel senso della Definizione 1 che ha almeno le capacità 1, 4, 5 e 8 e, per quanto riguarda la capacità 6, è in grado di comunicare agli altri agenti i suoi requisiti riguardo le risorse dell'ambiente.

Definizione 3. Un *domotic agent* è un domotic object con la capacità 2.

Home Automation System

Definizione 4. Un Home Automation System (HAS) è costituito da:

- un insieme GR di ***Global Resources***;
- un insieme DO di ***Domotic Objects***;
- un insieme DA di ***Domotic Agents***, sottoinsieme di DO ;
- una ***Information Network*** IN , che connette domotic object e domotic agents;
- un insieme R di ***Rules***, che governano il comportamento individuale e le operazioni concorrenti degli agenti, che riguardano l'utilizzo e la trasformazione di risorse, la comunicazione, la percezione e la comprensione;
- un insieme L di operatori, chiamati ***Laws***, che descrivono l'evoluzione temporale dell'intero sistema secondo il comportamento individuale di object e agent.

Strategie di controllo

Problema primario in un H. A. S. → allocazione delle risorse limitate.

Il consumo della risorsa non deve eccedere una soglia prefissata. Se ciò accade, per un tempo maggiore a T_{lim} , si verifica un blackout. In questo caso, l'utente dovrebbe spegnere alcuni elettrodomestici per ritornare al di sotto della soglia e riaccendere l'interruttore generale.

Classificazione delle risorse in due gruppi, nella condizione di sovraccarico (condizione in cui la soglia viene oltrepassata):

- risorse per le quali il sovraccarico può persistere, senza causare una perdita di qualità, per un breve periodo di tempo $T_{lim} > 0$, dopo il quale, se il sovraccarico persiste, il suo utilizzo diventa inaccettabilmente costoso, o, in alternativa, la risorsa viene tagliata fuori, rendendo necessario riavviare il sistema. Esempio: elettricità;
- risorse per le quali il sovraccarico può persistere indefinitamente, senza provocare tagli o la necessità di riavviare il sistema, ma la cui persistenza nel tempo degrada significativamente la qualità del sistema, cosicché è appropriato scegliere $T_{lim} = 0$. Esempio: acqua calda (idealmente zero poiché il sovraccarico causerebbe un brusco calo della temperatura o del flusso).

Strategie di controllo

Strategie per i due gruppi di risorse:

Primo gruppo → l'azione di ogni agente del H. A. S. è determinata da due parametri:

- l'**Overload Time** t_o - tempo che l'agente attende prima di interrompere le sue azioni in caso di sovraccarico
- il **Suspension Time** t_s - tempo che l'agente deve attendere prima di riavviare le sue azioni dopo averle interrotte a causa di un sovraccarico.

Secondo gruppo → quando più agenti tentano di utilizzare la risorsa nello stesso momento, in caso di sovraccarico, un agente deve soltanto essere in grado di controllare, prima di utilizzare la risorsa, se lo stanno già facendo altri, e in tal caso, rinunciarvi. Questo tipo di strategia assicura la priorità più alta all'agente che per primo ottiene la risorsa e obbliga gli altri ad aspettare.

Indici di Prestazioni

→ Per quantificare la bontà del sistema

- in termini di soddisfazione dell'utente
- in termini di efficienza del sistema

→ Esempi di indici:

Relative Delay. Sia TN_i la *durata nominale* di un task i , quando tutte le risorse richieste sono disponibili. In caso di conflitto e competizione, il tempo necessario a completare il task può richiedere un tempo maggiore $TA_i \geq TN_i$.

Ritardo relativo

$$\Delta_i = \frac{TA_i - TN_i}{TN_i}$$
$$\Delta\% = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N p_i \Delta_i}{N}$$

Ritardo relativo globale percentuale □

dove, N è il numero di task, p_i sono i pesi scelti in base alle caratteristiche del task. La soddisfazione dell'utente accresce quando questo indice è prossimo a zero.

Number of Overloads (OL): conta semplicemente le occorrenze di sovraccarichi. I sovraccarichi stressano il sistema e lo mettono a rischio o causano un forte aumento dei costi, perciò l'H. A. S. ha performance migliori se OL □ è mantenuto basso.

II° Approccio

- numero di dispositivi elettronici all'interno di un'abitazione in continua crescita
- numero di controlli remoti in una abitazione cresce secondo il numero di dispositivi elettronici → gli utenti devono imparare ad usare nuove interfacce se vogliono aggiungere un servizio alla loro casa.

Obiettivi:

- introdurre un'architettura per costruire un ambiente domestico intelligente, fornendo un certo livello di personalizzazione del sistema e dei servizi disponibili in base all'utente specifico.
- proposta di personalizzazione di dispositivi palmari mobili e di tradizionali elettrodomestici, fornendo una maggiore semplicità di utilizzo e intelligenza all'abitazione.

Smart Home

Ambiente intelligente → *ambiente in grado di acquisire e applicare conoscenza sui suoi abitanti e ciò che li circonda, al fine di adattarsi agli abitanti e raggiungere gli obiettivi di comfort ed efficienza.*

Questi obiettivi sono normalmente diretti ad adattare l'ambiente alle preferenze dell'utente, a migliorare le sue attività quotidiane e ottimizzare il consumo di energia del sistema.

Servizi in una casa intelligente

Quattro categorie di servizi disponibili per la casa intelligente:

1. **Home management**: include tutti i tradizionali sistemi domotici (teleassistenza, automatizzazione e diagnostica di elettrodomestici, servizi di comfort come luce e controllo della temperatura in ogni luogo, sicurezza della casa...)
2. **Communication infrastructure**: servizi che si focalizzano sulla gestione della rete dei dati per permettere la comunicazione tra l'interno e l'esterno della casa.
3. **Professional activities and services**: i servizi come tele-lavoro, tele-educazione o e-business. Questi sono probabilmente i servizi più diffusi e forniscono un certo grado di personalizzazione.
4. **Entertainment**: questa categoria include servizi come video on demand, TV interattiva o giochi in rete multi-giocatore.

Servizi in una casa intelligente

I servizi di queste quattro categorie possono essere altamente personalizzati per combaciare al meglio con le preferenze dell'utente.

Esempi di servizi in una casa intelligente:

- luci che si accendono e si spengono in base ai movimenti dell'utente nella casa
- chiamata telefonica automaticamente convertita in video chiamata se l'utente ha un televisore o uno schermo del computer nelle vicinanze
- restrizioni su alcuni programmi televisivi in base all'età dell'utente che li ha richiesti.

Smart Homes e Multi-agent Systems

Un sistema domotico è basato su un insieme di dispositivi che raccolgono informazioni sull'ambiente (sensori) e un insieme di dispositivi in grado di agire sull'ambiente per modificarlo (effettori).

Il sistema elabora i dati collezionati dai sensori, e in accordo a un insieme di goal predefiniti, utilizzerà gli effettori per modificare l'ambiente.

Il modo in cui il sistema decide le azioni necessarie □ è il problema chiave nella domotica: richiede di analizzare dati da parecchie sorgenti diverse, distribuite nell'intera abitazione, che coordinano in ugual modo effettori eterogenei.

→ requisiti di estrazione di dati distribuiti, autonomia e intelligenza

→ utilizzo di agenti software

Un sistema Multi-Agente fornisce un framework distribuito e flessibile e meccanismi di comunicazione e negoziazione tra i suoi componenti, che permette loro di prendere decisioni complesse in modo efficace ed efficiente.

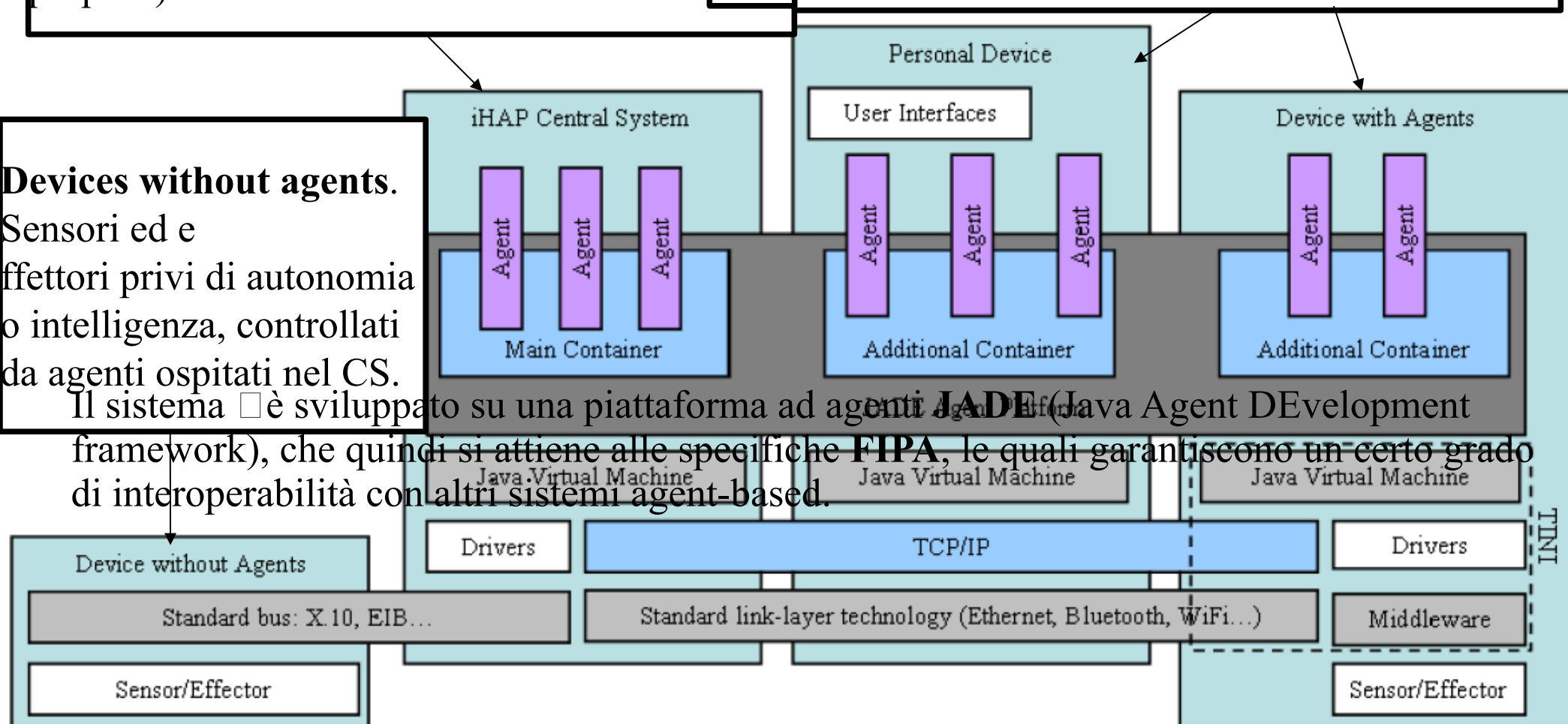
Intelligent Home Agent Platform

iHAP Central System. contiene la piattaforma ad agenti che supporta l'esistenza di tutti gli agenti nella casa (agenti di sistema e generali a scopo purpose).

Personal Devices with Agents. Sensori ed effettori con un certo grado di autonomia, solitamente forniti da agenti in esecuzione sul dispositivo.

Devices without agents. Sensori ed effettori privi di autonomia o intelligenza, controllati da agenti ospitati nel CS.

Il sistema è sviluppato su una piattaforma ad agenti **JADE** (Java Agent DEvelopment framework), che quindi si attiene alle specifiche **FIPA**, le quali garantiscono un certo grado di interoperabilità con altri sistemi agent-based.



Interfacce e Servizi Location-Aware

Esempio di ambiente intelligente a due soli servizi: distribuzione audio/video multi-stanza e servizio di location-aware.

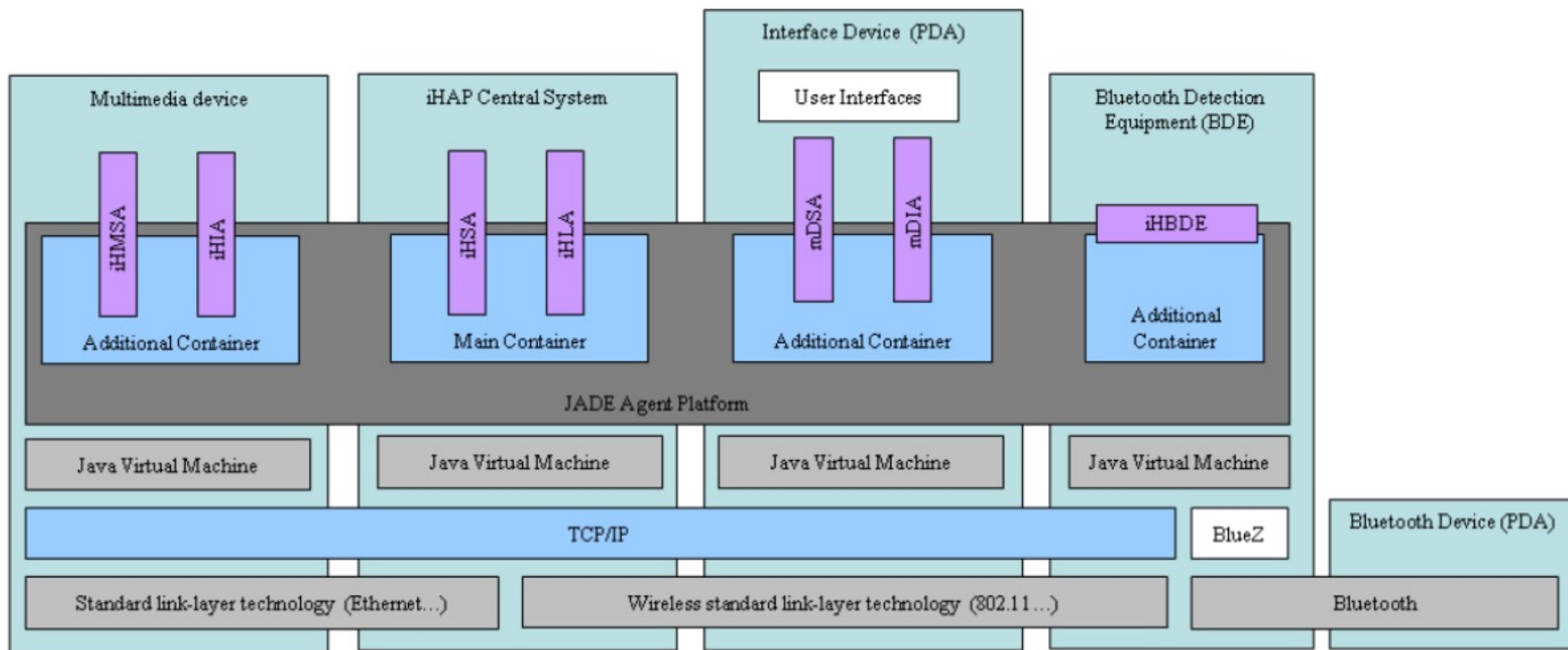
Con sistemi audio/video multi-stanza, gli utenti possono reperire i media in ogni luogo dell'abitazione, accedendo a una repository centralizzata di contenuti.

I servizi implementati sullo iHAP semplificano questo compito all'utente:

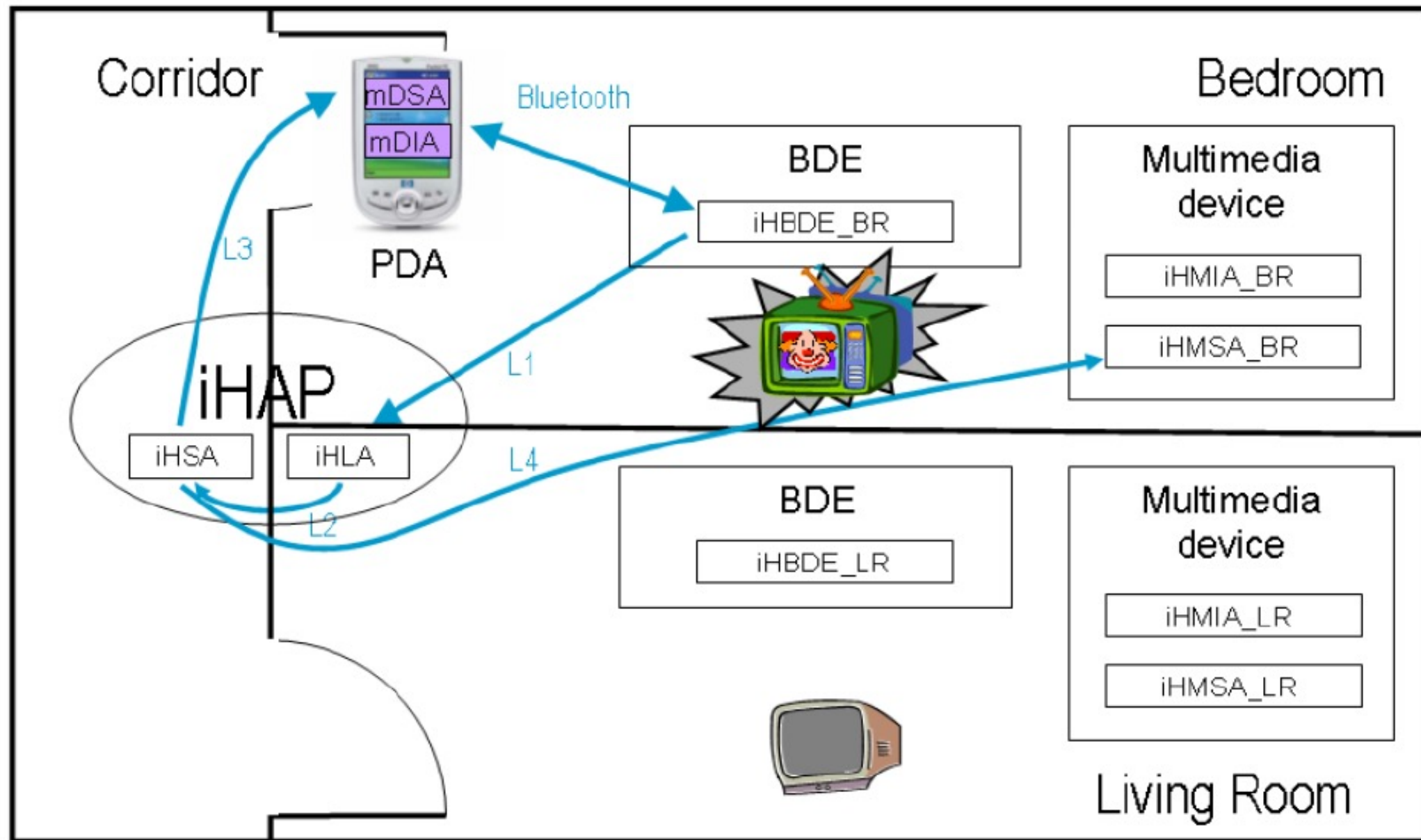
- forniscono dispositivi con un'interfaccia generica che si adatta ai servizi disponibili in un particolare luogo.
- permettono ai contenuti multimediali di seguire l'utente se ha deciso di andare in un'altra stanza.

Interfacce e Servizi Location-Aware

La Figura mostra l'architettura iHAP, mettendo in evidenza i servizi discussi, dove si possono vedere i diversi elementi del sistema e gli agenti software che risiedono in ogni elemento per fornire le funzionalità richieste.



Scenario Applicativo



III° Approccio

Obiettivi:

- modellazione di un Home Automation System, basato sul paradigma multi-agente, dedicato alla gestione dell'energia, che ne adatta il consumo alle risorse disponibili, in accordo ai criteri di costo e di benessere degli abitanti.
- Edificio considerato come luogo di consumo e produzione di energia (tenendo in considerazione anche l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili - vento, sole, geotermia, ecc..).
- Sviluppo di un sistema di controllo che permetta lo sfruttamento delle diverse risorse e, allo stesso tempo, gestisca in modo globale la necessità di energia e la capacità di produzione di una casa.
- Compromesso tra le priorità degli abitanti, in termini di comfort e di costo, e soddisfacimento dei vincoli tecnologici dei dispositivi.

Multi-Agent Home Automation System

M.A.H.A.S. → sistema costituito da agenti, dove ogni agente supporta un tipo di servizio realizzato da diversi dispositivi, come il riscaldamento, la cucina, ecc...

Caratteristiche principali di un M.A.H.A.S.:

- **Distributed**: le risorse energetiche e i dispositivi sono indipendenti e spazialmente distribuiti.
- **Flexible**: alcuni dispositivi possono accumulare energia (riscaldamento...) o soddisfare la richiesta degli abitanti con un certo ritardo (lavatrice).
- **Open**: il numero di risorse e di dispositivi connessi può variare nel tempo senza dover completamente ridefinire il meccanismo di controllo.
- **Extendable**: compaiono agenti dedicati ai nuovi tipi di servizio.

Multi-Agent Home Automation System

In un Multi-Agent Systems, la nozione di controllo coinvolge operazioni come coordinazione e negoziazione tra agenti, eliminazione e aggiunta di agenti quando necessario.

In base alle informazioni sulle risorse energetiche e alle abitudini degli abitanti, all'interno del M.A.H.A.S:

- un agente, dedicato a una risorsa energetica, dovrebbe essere in grado di calcolare la produzione futura di energia disponibile.
- un agente, dedicato a un carico, dovrebbe essere in grado di effettuare una previsione del consumo di energia: per determinare quale siano le necessità future di energia tiene conto del comportamento abituale degli abitanti.

La struttura del MAHAS è decomposta in due principali meccanismi, che lavorano su scale temporali differenti: il meccanismo reattivo e il meccanismo anticipativo.

Meccanismo Reattivo

- E' un meccanismo di assestamento a breve tempo che si innesca quando il livello di soddisfazione di un agente precipita al di sotto di certi valori (per esempio il 10%).
- Reagisce velocemente per evitare violazioni nei vincoli energetici e per garantire un buon livello di soddisfazione degli abitanti.
- Aggiusta i punti dell'insieme dei piani predetti, lo stato corrente del dispositivo (valore di soddisfazione del dispositivo) e i vincoli e i criteri degli abitanti.
- Sufficiente per evitare la violazione dei vincoli, ma non per evitare le situazioni di emergenza.

Meccanismo Anticipativo

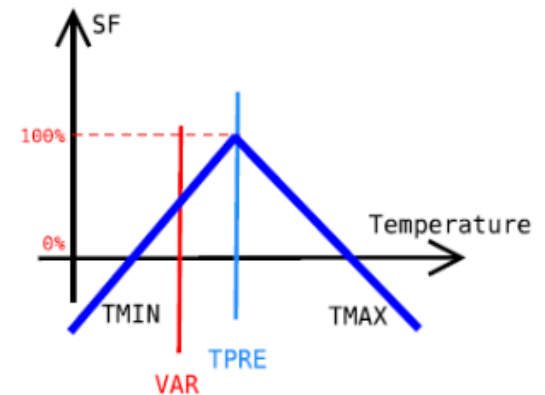
- Elabora un piano per la produzione e il consumo di servizi in una casa.
- Trae beneficio dal fatto che ci sono dispositivi in grado di accumulare energia e servizi che hanno istanti temporali variabili per la loro esecuzione: alcuni servizi possono essere ritardati o anticipati.
- Funziona su una finestra temporale, che corrisponde a un periodo di campionamento chiamato periodo anticipativo.
- Considera i valori medi dell'energia, a causa dell'ampio periodo di campionamento e perché opera in base a previsioni.

Meccanismo Anticipativo di un Agente

Uno degli obiettivi del MAHAS è realizzare il benessere dei suoi abitanti. Una nozione direttamente correlata con il benessere è la **funzione di soddisfazione** (definita sia per le risorse energetiche sia per i dispositivi).

Funzione di soddisfazione: funzione definita su un dominio di caratteristiche variabili nell'intervallo $[0,1]$. Nel MAHAS, la soddisfazione rappresenta la percezione dell'utente di un certo servizio, in cui
zero $\rightarrow$ *inaccettabile*
uno $\rightarrow$ *pienamente soddisfatto*.

Esempio: $(TMIN(heating), 0)$, $(TPRE(heating), 1)$,
 $(TMAX(heating), 0)$.



Una funzione di soddisfazione può essere modellata da un insieme di punti caratteristici .

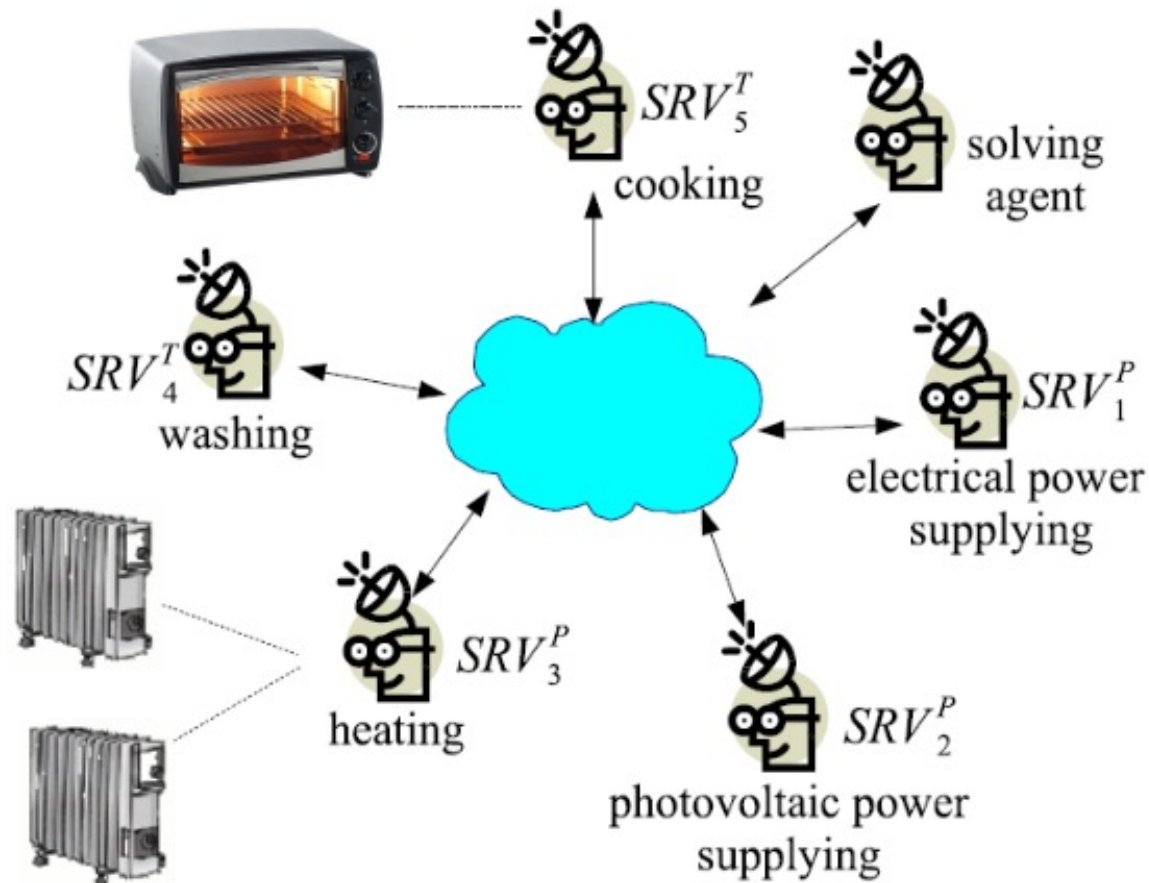
Un profilo di energia di un servizio rappresenta successione di punti di energia consumata o prodotta che corrisponde a periodi di campionamento consecutivi.

Modellazione di un agente

Nel MAF
dove

Un servizio

- un se
- un se
- reali
dispo



≡ SRVS,

un

Modellazione di timed e permanent service agent

Timed Service Agent

- Possibilità di spostare il servizio nel tempo.
- Conoscenza interna dell'agente modellata da:
 - ☐ istante di inizio del servizio.
 - ☐ un modello comportamentale dei possibili profili di energia a servizio ☐ iniziato.
 - *earliest, requested e latest start time* ($EST(SRV_i), 0$), ($RST(SRV_i), 1$), ($LST(SRV_i), 0$)

Permanent Service Agent

- Possibilità di aggiustare l'allocazione dell'energia al servizio istante dopo istante.
- Conoscenza interna dell'agente modellata da:
 - ☐ modello comportamentale che collega il profilo di energia agli effetti sull'ambiente.
 - ☐ una funzione di soddisfazione.

Una *realizzazione* per un agente timed o permanent service è data:

- un ***power profile*** consumo/produzione media di energia del servizio.
- un ***valore di soddisfazione*** che modella la sensazione/opinione degli abitanti.

Modellazione del MAHAS

Scopo del H.A.S. → raggiungere un compromesso tra comfort per gli abitanti e costo e, allo stesso tempo, soddisfare i vincoli tecnologici dei dispositivi.

Il MAHAS deve:

- minimizzare il costo dell'energia consumata
- massimizzare il comfort degli abitanti.

Criterio del costo dell'energia:

costo di un servizio $SRV_i \rightarrow cost(SRV_i) = f(REAZ(SRV_i)) = f(k, \Pi \square)$.

$$EC_{SRV} = \sum_{SRV_i \in SRV} (cost(SRV_i)) \quad , \text{dove } SRV \text{ indica tutti i servizi richiesti.}$$

finita una realizzazione per ogni servizio richiesto.

Criterio del comfort:

$CO_{SRV} \rightarrow$ media pesata della soddisfazione di tutte le realizzazioni selezionate, quando $\square$ è stata de

finita una realizzazione per ogni servizio richiesto.

Conclusioni

Scopo dell'elaborato → analizzare il problema del H.A.S. e i possibili approcci come Sistema Multi-Agente.

Riassumendo.. caratteristiche H.A.S:

- componenti eterogenei e spazialmente distribuiti
- autonomia (per le proprie attività e garantire continuità di funzionamento)
- adattabilità ai cambiamenti e ai guasti
- apertura e estendibilità (numero di dispositivi o servizi variabile e possibilità di aggiungerne di nuovi)
- ha degli obiettivi di alto livello da perseguire (gestione efficiente delle risorse, benessere dei suoi abitanti, ...).

I Sistemi Multi-Agente risultano:

- adatti per modellare e controllare sistemi spazialmente distribuiti, adattabili, aperti ed estendibili
- adatti agli ambienti domotici, dove □ è richiesta la coordinazione di sensori e attuatori distribuiti.
- un miglioramento rispetto alle capacità fornite dagli attuali sistemi a controllo automatico.

Conclusioni

Osservazione dei vari approcci

- due tipi di architetture di un H.A.S. modellato come MAS:
 - basata sui singoli dispositivi o elettrodomestici (un agente per ogni dispositivo)
 - basata sui servizi disponibili all'interno dell'abitazione (un agente per ogni tipo di servizio)
- diversi livelli di astrazione:
 - livello globale → comportamento dell'intero sistema
 - livello locale → comportamento dei singoli componenti
 - ulteriori livelli dati da gerarchie di agenti
- interazione e coordinazione degli agenti:
 - solo tra sottogruppi e categorie di agenti
 - tra peer che interagiscono direttamente
- controllo centralizzato o controllo distribuito