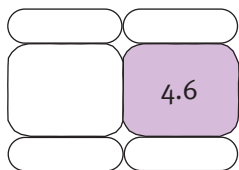




ICT PERVASIVA LA DOMOTICA

Renato Zaccaria



La domotica è una disciplina in continua evoluzione che ha come scopo automatizzare edifici e abitazioni. Accanto ad una tradizionale e matura tecnologia impiantistica, la domotica tende ad utilizzare nuove tecnologie per una spinta all'integrazione di apparati domestici e per superiori livelli di comfort e sicurezza. Nel futuro, la domotica si sposerà con l' Ambient Intelligence, (interconnessione wireless di tutti gli apparati elettronici e microelettronici, intelligenza artificiale) al fine di realizzare case intelligenti che anticipino i bisogni delle persone per soddisfarne le richieste.

1. INTRODUZIONE

La domotica è una sintesi di diverse discipline tecnico-scientifiche del settore ICT applicate all'automazione degli edifici, per due scopi fondamentali: rendere gli edifici più facilmente utilizzabili, confortevoli, economici nella gestione, e fornire servizi nuovi nei campi della sicurezza, dell'affidabilità, della comunicazione e della diagnosi dei guasti. In altre parole, la domotica migliora le funzionalità tradizionali di un edificio e ne fornisce nuove, basate su concetti di automazione, elettronica e informatica [1]. Per esempio, se è possibile rendere più semplice, più economico e più efficace l'impianto tradizionale di riscaldamento, è anche possibile, con opportune tecnologie domotiche, aggiungere funzionalità ad un appartamento affinché una persona con limitata autonomia possa vivere bene senza necessità della continua presenza di un assistente. Il primo compito che la domotica assolve è il controllo (nel significato di "regolazione"), ottenuto connettendo fra loro e con un calcolatore centrale numerosi dispositivi sparsi in un

edificio, anche molto grande, distanti fino a migliaia di metri.

Il termine domotica è un neologismo derivato dal francese *domotique*, a sua volta contrazione della parola latina *domus* (casa) e del sostantivo *informatique*. Le discipline fondanti della domotica sono: l'informatica, l'elettronica e le comunicazioni digitali. Gli aspetti teorici di automazione e controllo – tipici di applicazioni industriali – sono invece piuttosto trascurabili, perché i processi da controllare sono in genere molto semplici: luci, clima, porte, dispositivi elettronici, sicurezza. Ciò che non è semplice, invece, è l'interconnessione fra gli svariati sottosistemi coinvolti e la programmazione dei numerosi processori di controllo e supervisione (che possono essere anche migliaia in un grande complesso). Vi sono altri termini con cui la domotica è conosciuta: *home automation* (automazione domestica), *smart home* (casa intelligente), *building automation* (automazione di edificio), e altri. Sono tutti più o meno sinonimi di domotica, con qualche differenza che cercheremo di spiegare.

L'esempio più classico di automazione di edificio è il condizionamento dell'aria, che non a caso segna le origini della domotica. Il microclima di un grande edificio (per esempio, un centro commerciale o direzionale) dipende dall'esposizione di ogni singolo locale, dalla diversa presenza di persone e di macchine e dalla tipologia di stanze. Per ottenere un buon comfort è necessario far arrivare aria calda o fredda in modo differenziato nelle varie zone, regolando temperatura ed efflusso grazie a servomeccanismi e ai sensori presenti. Inoltre, è necessario regolare i gruppi generatori di caldo e freddo in modo da ottimizzare i consumi, o attivare gruppi di riserva. Tutto il funzionamento deve infine essere monitorato – assieme agli altri sistemi automatici dell'edificio – da una sala di controllo, sollevando gli appropriati allarmi. Un sistema simile può inglobare migliaia fra sensori di temperatura e umidità (interni ed esterni), sensori di presenza di persone, sensori di consumo energetico, attuatori per le portate di aria, pompe, gruppi generatori ecc.. Il collegamento fra questi dispositivi è reso possibile da una rete di comunicazione specifica per la domotica (che proprio dalla rete ottiene oggi la sua più importante caratterizzazione tecnologica), con una interconnessione alla rete locale, alla quale sono collegati i computer della sala di controllo, e a internet per interventi remoti. Un opportuno software presenta quadri sinottici agli operatori, permette interventi manuali e genera i parametri di regolazione di tutto il sistema. Ogni sensore e ogni dispositivo di attuazione della rete domotica è oggi un microcontrollore a basso costo, che provvede ad azioni standard coordinate con gli altri, o può essere programmato per eseguire procedure locali specifiche, di regolazione, acquisizione dati, o di allarme.

Oltre al clima, sistemi simili regolano, controllano e coordinano altri grandi servizi: illuminazione e risparmio energetico, controllo di presenza delle persone, ascensori, prevenzione incendi, apertura e chiusura porte, semplici comunicazioni vocali (avvisi, citofoni) ecc.. Questi sono i servizi che sono stati definiti più sopra "tradizionali" o di base, a cui la tecnologia domotica fornisce una mi-

glior efficacia a costi più bassi e rappresentano il settore dei grandi edifici o dei grandi complessi edilizi in genere (il telecontrollo dei contatori di energia elettrica domestica avviene oggi utilizzando una rete domotica, gestita dal fornitore di energia, che usa la rete elettrica come rete dati).

In questo articolo descriviamo alcuni fra gli aspetti più significativi della Domotica, che è oggi in prossimità del suo secondo salto generazionale.

Nel paragrafo "Dal presente al futuro", descriveremo l'evoluzione della Domotica tradizionale verso nuovi scenari applicativi usando le nuove tecnologie microelettroniche e le reti senza fili. Tale evoluzione è appena iniziata ma sarà importante perché unifierà probabilmente le tecnologie dell'Informatica Personale con quelle domotiche, oggi distinte. Lo scenario che descriveremo sarà quello della cosiddetta Ambient Intelligence. Sarà una Domotica sempre più orientata alla singola abitazione e al collegamento, prossimo o remoto ma comunque mobile, fra l'abitante e la sua casa.

Nel terzo paragrafo "Dal passato al presente", ripercorreremo le tappe che hanno portato alla Domotica attuale, introducendo un po' più nel dettaglio gli aspetti tecnologici e descrivendo in particolare l'aspetto più importante e specifico: il bus domotico, ovvero il sistema di interconnessione dei dispositivi elettronici e informatici.

Il tipo di bus domotico rappresenta la scelta tecnologica più significativa, attorno alla quale ruotano le altre tecnologie, i marchi proprietari, i costi, l'interoperabilità e così via. Ieri come oggi la tecnologia e lo standard di comunicazione e interconnessione sono i concetti base di tutta la Domotica; lo stesso avverrà domani, a maggior ragione, nell'era dell'Ambient Intelligence. Per questo i paragrafi 4, 5 e 6 descriveranno rispettivamente le caratteristiche dei bus domotici tradizionali, gli standard wired attuali e quelli wireless (prevalentemente futuri).

Nell'ultimo paragrafo discuteremo, fra i molti possibili, un settore di applicazione della Domotica e dell'Ambient Intelligence che merita una particolare attenzione. Esso riguarda la vita di persone a ridotta indipendenza, come gli anziani e i disabili, che dalla

Domotica possono trarre sostanziali benefici. Nei Paesi ad alto tenore di vita, una vasta percentuale di popolazione potrebbe condurre una vita sicura e ad elevata indipendenza se la propria casa fosse controllata e assistita da un sistema domotico di nuova generazione.

2. DAL PRESENTE AL FUTURO

Una tendenza della domotica è quella di rivolgersi sempre più a piccole unità immobiliari, come la casa unifamiliare e l'appartamento. Questa tendenza è alimentata dalla diffusione dell'informatica domestica (un collegamento a banda larga, una rete locale e diversi PC) e dalla diminuzione dei costi dei dispositivi domotici. La domotica si sta quindi riappropriando del suo significato etimologico di "home automation" per creare "smart houses", rispetto al più vasto campo commerciale tradizionale della "building automation".

I servizi aggiuntivi a livello "home" possono sembrare più appartenenti al lusso che all'efficienza o al risparmio, ciò nondimeno fanno parte dell'inarrestabile innalzamento degli standard abitativi e delle abitudini di vita nei paesi industrializzati, spinto più dal mercato che da esigenze obiettive (basta pensare alla diffusione del telefono cellulare, del videotelefono, del lettore multimediale portatile ecc.). In una "casa intelligente" è, o sarà, possibile per esempio adattare l'illuminazione alla presenza delle persone e all'ora del giorno, azionare i serramenti e le porte, controllare elettrodomestici da remoto, avere un accurato controllo delle intrusioni, coordinare audio e video con telecomandi e con l'illuminazione, eliminare automaticamente il ghiaccio dal tetto o dagli scalini; allo stesso modo sarà possibile gestire sistemi di risparmio energetico o cogenerazione (ad esempio pannelli solari) adattando i consumi in modo opportuno.

Anche se la tecnologia domotica attuale è più orientata all'edificio che alla casa, il fascino per un sofisticato livello di automazione domestico è testimoniato dalla numerosità di case sperimentali o amatoriali (per non parlare della mitica casa di *Bill Gates*) dotate di automatismi di ogni particolare controlla-

bile dell'ambiente e degli apparati domestici. In realtà gli standard tecnologici tipici della domotica oggi faticano a realizzare così pervasivi livelli di automazione; non per incapacità di interconnettere dispositivi, né per mancanza di gadget elettronici, bensì per limitatezza nella banda trasmissiva e nelle connessioni mobili (si veda nel seguito la descrizione degli standard attuali).

Nella casa intelligente futura, infatti, saranno presenti flussi multimediali (quindi a larga banda) assieme alle comunicazioni semplicissime che servono solo ad accendere una luce. La casa dovrà accogliere un suo abitante in arrivo riconoscendolo già sulle scale (lo stesso ascensore lo avrà portato al piano giusto senza premere alcun pulsante), facendogli trovare la musica preferita con la giusta combinazione di luci; secondo le sue abitudini lo "precederà" in bagno, o gli accenderà lo schermo sulla parete all'ora del notiziario; riceverà dal suo palmare i documenti annotati della giornata e i messaggi da inviare automaticamente; aprirà le finestre con un comando vocale, predisporrà la lista della spesa per rimpiangere la scorta nel frigorifero di cui conosce entità e scadenze per lettura diretta delle etichette dei cibi ecc..

In questo esempio sono contenute le richieste tecnologiche della domotica prossima futura: larga banda, collegamento wireless e intelligenza distribuita capace di riconoscere e agire in anticipo (o, come si dice, di esibire un comportamento *proattivo*). Queste tecniche unite all'idea di distribuire nell'ambiente un numero elevato di sensori di tecnologia micro- (o addirittura nano-) elettronica, danno origine a quello scenario che da alcuni anni è indicato come Ambient Intelligence, o Ambiente Intelligente, o Intelligenza di Ambiente [2]. Negli esempi di case altamente automatizzate oggi realizzate, le reti domotiche standard sono affiancate da collegamenti a larga banda wireless e PC i quali "soccrono" l'insufficienza degli standard domotici attuali.

L'Ambient Intelligence prevede l'esistenza di una molteplicità di piccoli sensori intelligenti in rete, in grado di comprendere e riconoscere (tramite tecniche di Intelligenza Artificiale) caratteristiche significative del-

l'ambiente, quali pericoli, bisogni, richieste che possono essere anticipate, e in grado di risolvere autonomamente tali problemi tramite opportune strategie, prima ancora che una richiesta specifica venga rivolta da un essere umano. L'Ambient Intelligence è un campo di ricerca e sviluppo basato su tre componenti fondamentali: la microelettronica dei dispositivi sensoriali, l'infrastruttura pervasiva di comunicazione wireless, e il software intelligente distribuito. La domotica attuale si basa su concetti simili, usando però una generazione tecnologica precedente, come mostrato dalla tabella 1.

La domotica usa prevalentemente un sistema a bus per l'interconnessione dei suoi dispositivi elettronici (anche se stanno iniziando a diffondersi connessioni wireless di vario tipo); usa normali tecnologie elettroniche, paragonabili a quelle dell'elettronica industriale (simili ai PLC); la programmazione dei singoli dispositivi (per sensori e per attuatori) è a livello microprocessore o microcontrollore. L'Ambient Intelligence si basa sull'uso di una comunicazione wireless ad alta connettività e dinamica (per esempio zigbee), e punta alla realizzazione di numerosi microcontrollori (prevalentemente per interfacciare sensori) di dimensione piccolissima.

Non vi è quindi una differenza di principio tra domotica e Ambiente Intelligence. Anzi, un'evoluzione della prima verso la seconda è del tutto prevedibile. La grande differenza di prospettiva sta, al momento, nel fatto che l'Ambient Intelligence si ripromette di riconoscere, comprendere e decidere comportamenti automatici di alto livello, grazie alla grande quantità di informazioni ottenibili dalla rete di sensori, e alle tecniche di Intelligenza Artificiale con cui si pensa di programmare i numerosi processori. Al contrario, la domotica "si accontenta" (per ora!) di interconnettere una molteplicità di dispositivi tradizionali diversi mediante tecnologie mature che permettono l'automazione delle parti degli edifici che altrimenti andrebbero operate manualmente (o non potrebbero esserlo per ragioni di complessità e dimensioni). Man mano che la ricerca avrà esiti trasferibili all'industria, si assisterà ad una nuova generazione di sistemi domotici dalle

Componente	Domotica	Ambient Intelligence
Comunicazione	bus	wireless
Elettronica	tradizionale	micro/nano
Programmazione dei dispositivi	microprocessore	microprocessore, intelligenza artificiale

TABELLA 1

Le tecnologie impiegate in Domotica e in Ambient Intelligence

impressionanti capacità, così come la domotica attuale ha sostituito, a partire dagli anni '50, le semplici generazioni di automatismi precedenti (Figura 1).

Si può infatti classificare l'evoluzione della domotica in tre fasi, o generazioni. Nella prima, dalle origini, ha prevalso l'elettronica come tecnologia in grado di realizzare sistemi di controllo centralizzato per moltissimi dispositivi sparsi in un complesso di edifici:

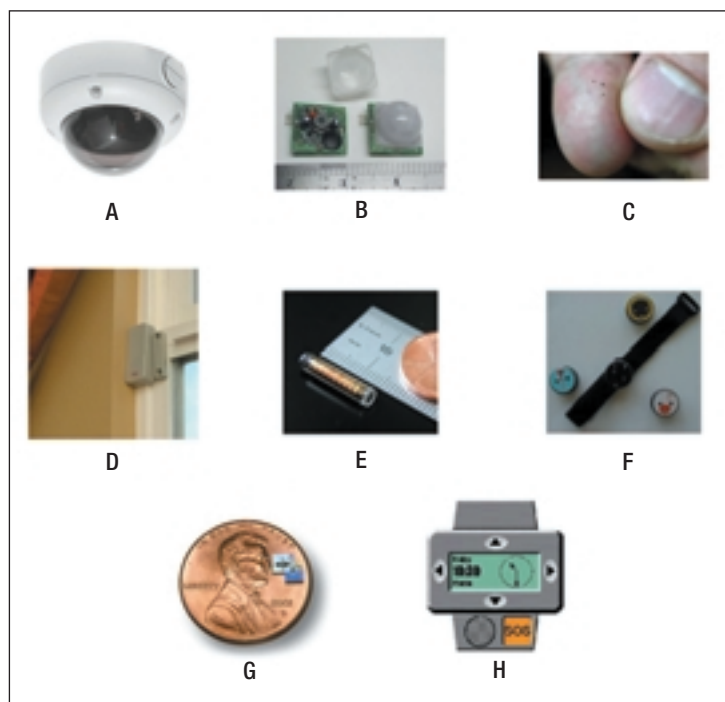
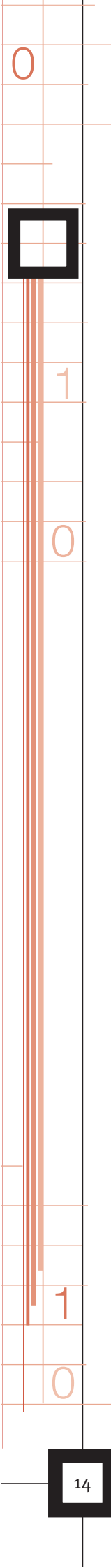


FIGURA 1

Sensori fra Domotica e Ambient Intelligence

A - Telecamera dome da soffitto; B - Sensore di luce; C Nanosensori (smart dust) sui polpastrelli; D - Sensore tradizionale di effrazione per finestra; E - Sensore impiantabile per vari parametri di flusso sanguigno; F - Sensori indossabili per il movimento, temperatura, postura eccetera; G - Nanosensore su una moneta; H - Design di un sensore da polso per i parametri posturali e biologici, per il telecomando e la richiesta di soccorso
Esclusi A, B e D, tutti gli altri sensori sono wireless

0



è la generazione del controllo centralizzato. Nella seconda generazione si è sviluppata la tecnologia della rete di comunicazione con gli opportuni standard di interconnessione: è la generazione del controllo distribuito e della rete, l'attuale. La generazione futura sarà verosimilmente quella dell'intelligenza distribuita.

3. DAL PASSATO AL PRESENTE

0

L'origine della domotica si fa risalire ai costruttori di case statunitensi, tra la fine del secolo XIX e gli anni '50 del secolo XX. Il costruttore edile William Penn Powers, del Wisconsin, ideò un dispositivo molto semplice capace di regolare l'apporto di energia ad un sistema di riscaldamento (un termostato a liquido). Nel 1891 fondò a Chicago la Powers Regulators (un secolo dopo confluita nella Siemens). Fra gli anni '50 e '70 si assistette al grande sviluppo dell'elettronica analogica: nacquero così i primi dispositivi domotici per controllo centralizzato della climatizzazione, come il System 320 (anni '60). Negli anni '70 nacque il primo standard (ancora oggi in largo uso) per l'interconnessione di dispositivi utilizzando la rete di alimentazione come rete di comunicazione: il famoso X-10. Si può dire che l'X-10 abbia pilotato il passaggio dalla prima generazione domotica "elettronica" (quella del controllo centralizzato) alla generazione attuale "informatica" (quella della rete e del controllo distribuito). Il successo dell'X-10, che ancora oggi ha una significativa fetta di mercato, sta nella sua semplicità, versatilità e interoperabilità. X-10 realizza una comunicazione digitale a onde convogliate sulla rete di alimentazione, quindi con una topologia libera e inserimento "a caldo" dei dispositivi; permette di indirizzare fino a 256 nodi diversi, ognuno dei quali può essere un dispositivo passivo molto semplice, come un interruttore o un sensore, o un dispositivo attivo, capace di assumere il controllo: un microcontrollore collegato a dispositivi fisici più complessi, come condizionatori, luci, porte, allarmi, sensori climatici ecc..

1

Dalla nascita dell'X-10 la domotica ha ricalcato il modello concettuale dell'informatica industriale, in cui si distinguono "livelli" e

"bus". Il livello più basso ("campo" o "field, da cui "fieldbus") è quello dei controllori interfacciati con sensori e attuatori; sopra c'è il livello che coordina più sistemi di livello inferiore, al terzo livello c'è la gestione dell'intera fabbrica. Ogni livello usa una specifica rete (un bus) di comunicazione fra dispositivi, con un gateway verso i livelli superiore e inferiore. La tecnologia della rete è ottimizzata per le funzioni del proprio livello. Il livello campo richiede comunicazione in *real time* stretto e una superiore "robustezza" elettrica, e per questo si usano speciali standard (come il ben noto Profibus); il livello più alto richiede interoperabilità e grande scambio di dati fra macchine per la gestione dell'azienda, non in *real time*, e usa tipicamente Ethernet. Per fare un esempio molto semplice, il livello del campo è quello che controlla i diversi dispositivi di una cella di produzione; il livello superiore coordina diverse celle e i sistemi di trasporto e stoccaggio intermedi; il terzo livello gestisce l'intera produzione, i prelievi e le code nei magazzini, i fuori servizio di singole macchine e l'interfaccia con il sistema informativo.

La domotica segue questo modello: oggi il modo più comune per classificare le tecnologie domotiche è quello di partire dallo standard di comunicazione del livello "campo", che per la domotica è quello che interfaccia sensori di allarme e di temperatura, interruttori, climatizzatori ecc.. Gli standard attuali sono in gran parte "wired", basati su una connessione fisica autonoma o su onde convogliate sulla stessa rete di alimentazione. Tali standard (i bus domotici) sono così importanti che spesso uno specifico sistema domotico viene contraddistinto con il nome dello standard (normalmente proprietario) del bus utilizzato.

Più raramente vengono considerati i due livelli superiori corrispondenti a quelli dell'automazione di fabbrica. Spesso è presente un solo livello superiore, che raccoglie dati da molti sotto sistemi (per esempio, da tutti gli appartamenti di un residence), controlla i punti di lavoro dei sistemi globali come il riscaldamento centrale, e genera allarmi. Generalmente è necessario semplicemente un gateway verso una rete ethernet in cui work-



station operano la raccolta dati e il monitoraggio opportuno. La richiesta di servizi di tipo multimediale (voce, video) non si accorda bene con il livello "campo" dei bus domotici, nati per molte e semplici connessioni ma per piccole bande passanti. È questo un limite alla tecnologia attuale, che verrà probabilmente superato quando la domotica, come detto in precedenza, evolverà in *Ambient Intelligence* introducendo nuove tecnologie di interconnessione.

4. I BUS DOMOTICI (LE RETI WIRED)

I bus domotici sono concettualmente analoghi ai *fieldbus* di livello 1 in automazione industriale, ma realizzano finalità e specifiche diverse.

❑ **Velocità e real time**

Queste esigenze sono ridotte in domotica. Velocità tipiche dell'informatica "storica" (110 baud) sono ancora usate in sistemi semplici. Standard moderni (LonTalk) prevedono 70 kbit/s di base. I processi presenti negli edifici (compresa l'interfaccia con le persone) sono caratterizzati da bande passanti molto basse, e il margine di velocità dei bus domotici è usato in pratica solo per ottenere latenze basse.

❑ **Impiantistica**

A differenza dell'ambiente di fabbrica, è cruciale che le spese di impianto siano molto ridotte. A questo si sacrificano altre caratteristiche, come la velocità. Per la stessa ragione si usano spesso onde convogliate e si guarda con interesse alle reti wifi. I bus di ultima generazione sono in realtà standard in grado di utilizzare mezzi trasmissivi diversi: oltre a uno o più tipi di cavo, onde convogliate, infrarossi, onde radio.

❑ **Topologia**

Per la stessa ragione precedente, un bus domotico deve poter realizzare topologie complesse senza dispositivi di interconnessione inconsuete in informatica (ad albero per esempio). La rete deve potersi snodare lungo i percorsi interni degli edifici, anche su lunghezze notevoli (migliaia di metri) usando cavi di basso costo.

❑ **Connessione a caldo**

Una esigenza molto importante, per consentire l'inserimento o l'eliminazione di dispositivi senza interrompere il funzionamento del sistema.

❑ **Numero di nodi**

Una rete domotica in un grande complesso (per esempio, un ospedale) può avere molte migliaia di nodi (in genere microcontrollori di diversa complessità: dal dispositivo all'interno di un normale cassetto dell'impianto elettrico per controllare le luci a un PLC che controlla un bruciatore, alla sonda di temperatura al sensore di allarme).

❑ **Costo**

I componenti domotici devono avere costi non molto diversi da quelli di un impianto elettrico tradizionale. Solo poche tecnologie di larghissima diffusione (esempio, LON) arrivano a questo obiettivo senza ridurre drasticamente le prestazioni.

❑ **Programmabilità**

I componenti domotici dovrebbero poter essere impiegati in modo "plug and play" per realizzare sistemi standard, ma anche ammettere una completa programmazione, possibilmente con linguaggi e ambienti *software* di alta produttività, se necessario.

❑ **Interoperabilità e interconnessione**

Rispetto ai bus industriali sono usati pochi livelli, di solito due. Per questo è di solito sufficiente un sistema di interfaccia con ethernet e TCP/IP. Tutti i bus domotici offrono poi una elevata interoperabilità, in modo da consentire al massimo numero di produttori diversi di fornire dispositivi capaci di lavorare assieme.

5. GLI STANDARD WIRED

❑ **Ethernet**

Si tratta della rete più comune e più nota in informatica, è utilizzata innanzitutto per il livello superiore di automazione di edificio, quando un centro di supervisione, eventualmente remoto e connesso via internet, coordina molte reti basate su bus domotici specifici. Vari bus domotici che connettono

centinaia o migliaia di nodi attivi (microcontrollori) confluiscono nella rete locale in modo che il software di supervisione coordini e controlli i dati da e verso i sistemi. In alcuni casi lo stesso ethernet è usato per interconnettere i dispositivi periferici; tuttavia in genere i dispositivi domotici sono troppo semplici ed economici per usare ethernet come bus di interconnessione.

❑ **X-10**

Già citato come il primo sistema per realizzare una rete domotica in senso moderno, ancora oggi ha una grossa fetta di mercato, nonostante la sua vetustà. Il suo pregio è l'uso di onde convogliate (*power line modem*), che evita il costo di impianto.

❑ **CEBus**

Sviluppato dall'ente EIA americano nei primi anni '80, è il primo sistema moderno di rete domotica che consente una grande flessibilità nell'uso di mezzi trasmissivi diversi: cavi, onde radio o convogliate, trasmissione ottica.

❑ **LON**

Subito dopo il CEBUs, Echelon, Motorola e Toshiba svilupparono quello che attualmente è il più versatile e diffuso standard, LON appunto (*Local Operative Network*), mentre LonWorks è il nome di una rete costruita su questo standard). Le caratteristiche vincenti di LON sono diverse:

- ❑ permette l'interconnessione dinamica di un grande numero di nodi (microcontrollori), circa 32.000;
- ❑ si basa su un economico microcontrollore (*NeuronChip*) che integra due processori dedicati alla comunicazione, che così è balizzata;
- ❑ a livello di programmazione, si basa su di un modello astratto molto versatile e potente, che permette la condivisioni di variabili su tutta la rete, e comunicazioni multi-a-molti; permette una programmazione concorrente ad eventi a livello di singolo nodo e di rete;
- ❑ è indipendente dal mezzo trasmissivo, che – a tutto beneficio dell'impiantistica – può consistere in semplici doppini, cavi coassiali, wireless;
- ❑ ha velocità variabili che possono andare da pochi kbit/s (onde convogliate) ai Mbit/s

(doppino speciale), in modo del tutto trasparente per il software;

- ❑ il software di sviluppo e gestione di una rete è molto curato;
- ❑ l'interfaccia fra le reti LON e reti locali di workstation, Windows o Unix/Linux, è relativamente semplice.

LON è attualmente il più diffuso standard domotico, con molte migliaia di costruttori indipendenti che producono dispositivi e software compatibile, supervisionato dall'associazione LonMark. In Italia, interconnette tramite onde convogliate i nuovi contatori domestici ENEL.

❑ **KNX (Konnex)**

È uno standard che emerge da precedenti standard europei di diversa diffusione (BCI, BATIBUS, EHS), utilizza anch'esso diversi mezzi per la realizzazione della rete (doppino, onde convogliate ecc.) e prevede intrinsecamente una connessione ad internet.

❑ **HAVI**

Standard definito da molti grandi produttori di elettronica di consumo, orientato alla interconnessione a larga banda di dispositivi audio/video.

6. GLI STANDARD WIRELESS

Per evolvere verso l'*Ambient Intelligence*, la domotica guarda con molto interesse agli standard per comunicazione wireless. Attualmente il collegamento senza fili è visto più come un mezzo per realizzare qualche particolare tratta che come "la" rete. Un edificio automatizzato richiede un sistema ad alta affidabilità e semplicità che ben si sposa con l'adozione di un impianto *wired* a bus. Una casa automatizzata richiede flessibilità e dinamicità (non necessariamente un'elevata affidabilità) che solo una *rete wireless* può fornire. Nel futuro la domotica andrà verso l'uso pervasivo di reti wireless. Già attualmente vi sono molti standard diversi, adottati in modo diverso dalla domotica.

❑ **Power line modem**

Il più antico, invia sulla linea di alimentazione le comunicazioni digitali tramite modulazioni opportune. Fino a pochi anni fa, le ve-

locità disponibili erano molto basse, anche se compatibili con l'automazione di edificio standard: pochi kbit al secondo ma su distanze rispettabili. Oggi nuove tecnologie permettono velocità paragonabili a quelle del wi-fi (54 o 108 kbit/s) seppure su tratte di poche decine di metri.

❑ **Irda**

Comunicazione tramite infrarossi, per realizzare brevi tratte senza fili o per telecomando. Si arriva a diversi Mbit/s, ma su distanze modeste (1 o 2 m) e solo in vista diretta.

❑ **Wi-fi**

Di larghissima diffusione per il mobile computing, è raramente usato se non per singoli collegamenti a larga banda (audio/video) in domotica, perché non è attualmente collegabile a piccoli dispositivi (eccetto telecamere per sorveglianza) e fornisce, per usi correnti, una velocità fin eccessiva: 54 o 108 Mbit/s sono comuni. In un raggio di 100 m possono esser connessi tipicamente 32 nodi.

❑ **Bluetooth**

Di banda inferiore al wi-fi, e quindi adatto a voce e dati, ha un consumo minore e una più semplice interfacciabilità del wi-fi. Tuttavia il suo esser “né carne né pesce” (non abbastanza veloce per multimedia, esuberante per una rete domotica) non lo favorisce negli impieghi attuali e futuri.

Le tecnologie di comunicazione wireless elencate sopra sono accomunate da una particolare limitazione: consumano parecchia energia. Considerato che scopo principale di un collegamento wireless in domotica è permettere collegamenti mobili (per esempio, fra un palmare o fra un sensore in giardino e la rete domotica), questa limitazione è molto forte in quanto impedisce l'uso di batterie per i dispositivi. Probabilmente questa è la ragione per cui queste tecnologie, benché mature e poco costose, hanno scarso impiego in domotica. Il salto generazionale si baserà probabilmente su due tecnologie emergenti per reti a basso consumo.

❑ **Uwb (Ultra Wide Band)**

Un metodo di trasmissione radio che usa potenze bassissime su bande molto estese

e può arrivare a velocità di diversi Mbit/s. L'architettura WiMax (che dovrebbe portare su scala geografica la copertura internet per il *mobile computing*) si basa su questa tecnologia.

❑ **Zigbee**

Forse il più promettente per la domotica, è un sistema per creare reti su una scala di 10 – 100 m, con molti nodi (fino a 255), con consumi bassissimi (una rete di sensori *zigbee* dovrebbe poter operare per qualche anno senza il cambio di batterie). Le caratteristiche dei protocolli permettono l'autoconfigurazione della una rete con la possibilità che i nodi intelligenti svolgano automaticamente le funzioni di router per collegare reti vicine. La banda di comunicazione non è elevata (da qualche decina a qualche centinaio di kbit/s), per cui *zigbee* è la rete *wireless* di eccellenza per sensori e dispositivi diffusi nell'ambiente. È probabile che sia proprio *zigbee* il candidato per sostituire i bus domotici attuali verso una domotica wireless, molto flessibile, con numerosissimi sensori e attuatori, con il collegamento di tutti gli elettrodomestici e dei calcolatori portatili, tutti in grado di entrare in rete solo avvicinandosi alla casa e con altrettanta facilità di abbandonarla, nella filosofia “*Ambient Intelligence*”.

7. NON SOLO LUSO: SOSTEGNO ALLE FASCE DEBOLI

Per concludere un discorso sulla domotica è indispensabile accennare ad un campo di applicazione particolare e importante. Il passato e il presente della domotica si focalizzano sul rendere più razionali ed economici i grossi complessi di edilizia civile: centri direzionali o commerciali, edifici pubblici, ospedali e così via. Il presente e il futuro si focalizzano sulla casa per arricchirla di comfort e di benessere. Ma la domotica ha anche un volto meno frivolo che potrebbe rappresentare il vero aspetto importante di questa branca multidisciplinare.

In tutti i Paesi ad alto tenore di vita si assiste al fenomeno dell'invecchiamento della popolazione, unito all'innalzamento dell'aspettativa di vita e al conseguente problema della

rendita pensionistica. Il numero di persone anziane con reddito medio-basso e con limitata indipendenza è in aumento e rappresenta un vero e proprio allarme sociale [4]. Il Regno Unito ha pionieristicamente affrontato questo problema fino dagli anni '80 con lo sviluppo di modelli socio-sanitari per la vita indipendente (*independent living*) di persone anziane e/o disabili. Lo scopo è quello di aiutare le persone "deboli" a vivere in casa propria in modo indipendente (ma sicuro e con una buona qualità di vita) senza gli insostenibili costi che derivano da una diffusa assistenza domiciliare.

In molti Paesi (in particolare nel nord Europa e nel Giappone) questo tipo di studio è stato sviluppato evidenziando il ruolo fondamentale che una *tecnologia assistiva* può avere. Naturalmente, agli anziani si sommano persone con qualche tipo di disabilità che produce simili problemi nella possibilità di vita indipendente.

La domotica avrà un ruolo chiave nel risolvere questo problema, in particolare nella sua evoluzione verso l'*Ambient Intelligence*. L'automazione attuale della casa fornisce innanzitutto il supporto "basale" della vita indipendente: azionare automaticamente finestre, luci, porte, climatizzazione, sedie e letti mobili e così via. Inoltre, anche una rete domotica standard può fornire molti punti di accesso alle chiamate di soccorso mediante telecomando o comandi vocali. L'uso degli standard attuali può spingersi anche un po' oltre, con connessioni vocali, interfacce verso chiamate telefoniche, azionamento di elettrodomestici, sensori di caduta. Abitazioni dotate di questo tipo di supporto sono state realizzate e studiate per verificarne l'efficacia e la risposta ai bisogni.

Un importante salto di qualità verrà realizzato con il passaggio a tecniche di *Ambient Intelligence*, con moti sensori distribuiti (e indossati), rete multimediale e tecniche di Intelligenza Artificiale per comprendere e prevedere i bisogni dell'abitante, prevenendo pericoli e diagnosticando situazioni in cui è necessario l'intervento di un operatore umano [2].

Un progetto del Parco Scientifico e Tecnologico Liguria, in fase di conclusione, sta realizzando una abitazione pilota con queste caratteristiche (progetto AURORA). La casa

utilizza bus domotici standard a cui si affianca una rete wi-fi per le comunicazioni a banda larga. I dispositivi "normali" (porte, clima ecc.) sono controllati dal bus domotico. L'abitante indossa sensori wireless che ne controllano la postura e, in cooperazione con telecamere in rete e sensori di presenza, diagnosticano situazioni di allerta: cadute, lunga immobilità, posture inconsuete ecc.. In questo caso un sistema cognitivo centralizzato ipotizza il pericolo e instaura un dialogo a voce con la persona. Se il dialogo induce la necessità di un soccorso, questo viene attivato. Il dialogo, come tutte le comunicazioni con la *casa intelligente*, avviene a voce tramite una figura animata (un *avatar*) su una parete. Sulla stessa postazione multimediale arrivano le videotelefonate, le comunicazioni Internet, la televisione, il videocitofono, i giornali, ogni gioco e passatempo, e ogni sorta di comunicazione, come il rammentare l'ora della medicina, comunicare con un amico in un'altra casa simile, controllare il conto in banca, ordinare la spesa. I sensori distribuiti nelle stanze, comprese le telecamere, danno informazioni al sistema cognitivo di supervisione che si rende *consapevole* dello stato di benessere dell'abitante. In futuro, il sistema cognitivo dovrebbe apprendere le abitudini dell'abitante e adattarsi ad esse, diminuendo i falsi allarmi, diventando meno invadente, aumentando il livello di sicurezza. Vi saranno, naturalmente, problemi etici da investigare e risolvere, ma non insormontabili. Si tratta di uno scenario realmente sostenibile, in quanto si basa su tecnologie standard, economiche, di larghissimo consumo, e non su tecnologie di nicchia (i classici ausili per disabili) che hanno costi necessariamente altissimi per la loro introduzione.

In diversi progetti internazionali si studia, infine, come una mirata robotizzazione domestica potrebbe contribuire al problema della vita indipendente. Sedia a ruote intelligente, girello robotizzato, letto con capacità di aiutare ad alzarsi in piedi e simili dispositivi potrebbero contribuire al benessere di una persona anziana o disabile in casa propria. Se i risultati di questi progetti saranno positivi, la sintesi fra robotizzazione e la domotica di



prossima generazione potrebbe realmente cambiare la qualità della vita per una enorme fascia della popolazione, oggi la più debole e indifesa. La domotica, accanto alle soluzioni per una casa fantascientifica e piena di effetti speciali, ha questa missione per il prossimo futuro, ed è una missione molto importante per tutti noi.

Bibliografia

- [1] Quaranta Giuseppe G., Mongiovì Paolo: L'abc della domotica. *Il Sole 24 Ore*, Pirola, 2004, ISBN 8832452677.
- [2] Stanford V.: Using pervasive computing to deliver elder care. *Pervasive Computing IEEE*, Vol. 1, Issue 1, Jan-Mar 2002, p. 10-13.
- [3] ISTAG Scenarios for Ambient Intelligence in 2010 (<ftp://ftp.cordis.lu/pub/ist/docs/istag-scenarios2010.pdf>)
- [4] Various Studies on Policy Implications of Demographic Changes in National and Community Policies.
 LOT7 - The Demographic Change – *Impacts of New Technologies and Information Society*. Final report August 2005, European Commission Employment and Social Affairs DG.
- Esistono numerosissimi portali web dedicati alla domotica; nella quasi totalità dei casi si tratta di siti commerciali, comunque molto interessanti. Si segnalano i seguenti che hanno caratteristiche anche culturali e di approfondimento:*

www.domotica.it

www.domotics.com

dmoz.org/Computers/Home_Automation/

www.domotica.ch

<http://www.microsoft.com/italy/windows/products/windowsxp/winxp/mediacenter/evaluation/articoli/domotica/default.mspx>

<http://www.hitech-projects.com/eu-projects/amigo/>

RENATO ZACCARIA è professore ordinario di Sistemi di Elaborazione dell'Informazione presso la Facoltà di Ingegneria di Genova, dove tiene i corsi di Sistemi Operativi 1 e Robotica 1. Insegna anche Fondamenti di Informatica presso il corso di laurea DAMS della Facoltà di Lettere e Filosofia. La sua attività di ricerca riguarda la Robotica (in particolare Service Robotics), Domotica e Ambient Intelligence per la vita indipendente di persone a ridotta autonomia.

E-mail: renato.zaccaria@unige.it