

# Prototipazione di Memorie Trasparenti per Monitorare Attività Quotidiane

Luca Buoncompagni e Fulvio Mastrogiovanni

Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi (DIBRIS),  
Università degli studi di Genova, Via Opera Pia 13, 16145, GE

{luca.buoncompagni@edu., fulvio.mastrogiovanni@}unige.it

## Abstract

Presentiamo un framework per costruire architetture software che aggregano i dati di una smart-home acquisiti durante l'interazione con anziani al fine di garantire una continua assistenza. Tali architetture interagiscono anche con i medici che necessitano di studiare i possibili parametri che descrivono lo stato degli occupanti della casa, possibilmente in maniera personalizzata. Il framework definisce procedure per contestualizzare la conoscenza all'interno di ontologie che formano una memoria in grado di evolvere favorendo l'acquisizione della conoscenza stessa, che può essere presentata dal sistema in forma di report. Per semplici scenari abbiamo osservato come la trasparenza con cui è possibile analizzare il flusso mantenuto dall'architettura nella sua memoria possa aiutare a delineare l'evoluzione dell'anziano che ha interagito con il sistema.

## 1 Introduzione

Si consideri un sistema che governi un'insieme distribuito di sensori in un ambiente domestico allo scopo di monitorare lo stato delle persone che lo abitano e che potrebbero aver bisogno di assistenza. In questo scenario, il sistema deve essere in grado di decidere se notificare il personale medico informandolo sullo stato del soggetto al fine di offrire un'assistenza il più efficace possibile.

Questo necessita un'architettura che interagisce, attraverso informazioni qualitative e quantitative, sia con un paziente che con un medico. Il primo fornisce informazioni implicite (es. il numero di passi compiuti durante la giornata) ed esplicite (es. rispondendo a domande poste dal sistema). Sporadicamente, il secondo necessita di (o viene invitato ad) esplorare la conoscenza acquisita dal sistema attraverso l'interazione con il paziente. Le informazioni devono essere esaustive ed in un formato comprensibile dal medico che deve poterle utilizzare per trarne conclusioni validate da osservazioni.

Quindi la memoria deve essere in grado di mantenere una rappresentazione di dati sensoriali, e il risultato delle loro aggregazioni, in una struttura dinamica e trasparente che viene usata con due modalità di interazione. Così come per i più conosciuti modelli di memoria cognitiva, anche questa struttura dovrebbe essere in grado di contestualizzare e rielabo-

rare continuamente la conoscenza per migliorare la propria percezione dell'ambiente.

È da sottolineare non solo che sarebbe più naturale per una persona interagire con un sistema che rappresenta l'ambiente in un modo a lei familiare, ma anche che attraverso tale rappresentazione si può facilitare l'implementazione di procedure per la valutazione automatica dello stato del paziente in stretta collaborazione con personale medico. Inoltre, la possibilità di avvalersi di una memoria trasparente contenente l'evoluzione dei parametri che rappresentano lo stato del paziente permette di certificare i comportamenti dell'architettura e assicurare la privacy del soggetto.

Stiamo sviluppando un framework, MON<sup>1</sup>, per l'implementazione di architetture software basate sulla rappresentazione dinamica della conoscenza in una memoria manipolata dai seguenti tipi di *procedure*: (i) moduli *sensoriali*, che generano conoscenza, (ii) modelli *riconoscitivi*, che l'aggregano e la modificano, e (iii) processi *decisionali*, che la usano.

La memoria, in MON, struttura la conoscenza per mezzo di *affermazioni* che descrivono l'ambiente (es. "il bicchiere è sporco"), le quali sono strutturate in dei *contesti* (es. uno che formalizza un bicchiere come un contenitore o in un altro come un oggetto che può essere sporco). La stessa affermazione in contesti diversi assume una semantica diversa che può essere generata sia da moduli sensoriali che da modelli riconoscitivi. I primi generano affermazioni in un certo contesto, mentre i secondi le valutano generandone di nuove in contesti diversi.

Questa struttura della memoria è basata su logiche descrittive<sup>2</sup> che, attraverso l'uso di *ontologie*, permette di sfruttare ragionatori automatici per valutare un generico contesto. Così, l'architettura non solo risulta essere flessibile, ma diventa anche modulare nel caso in cui si definisce la memoria come una *network* di ontologie contestualizzate. Inoltre, evidenze preliminari indicano che l'architettura può essere anche efficiente se dotata di uno *scheduling* delle procedure *i*, *ii*, e *iii*, che manipoli solamente una parte rilevante della memoria sulla base del suo stesso stato e nuovi stimoli.

L'uso di ontologie permette anche di avere una base semantica comune per rappresentare e ragionare sui risultati di tec-

<sup>1</sup>Preliminarmente descritto a <https://arxiv.org/abs/1710.10164>.

<sup>2</sup>Basate su Ontology Web Language (OWL), standard W3C.

niche eterogenee per il riconoscimento e l'aggregazione delle informazioni. Questo facilita lo studio di possibili approcci per stimare lo stato del paziente attraverso interrogazioni al sistema riguardo determinati contesti in memoria. Rimane però il problema di presentare adeguatamente le affermazioni risultanti da specifiche *query* perché il loro numero è non trascurabile per applicazioni reali a lungo termine.

## 2 Contesto Scientifico

In letteratura sono stati presentati molti approcci per monitorare le attività di una persona, misurando così alcuni parametri utili al fine di valutarne lo stato complessivo di un anziano (es. motilità). Solitamente viene affrontato il problema di trovare tecniche per riconoscere attività di vita quotidiana (ADL) partendo da specifiche misurazioni, es. acquisite con sensori indossabili, telecamere, etc.

Esistono diverse metodologie per riconoscere specifiche attività (es. bere da un bicchiere), e per trarre conclusioni contestualizzate (es. considerando che la bottiglia d'acqua è sul tavolo), ma purtroppo risulta ancora difficile valutare attività complesse; cioè, composte da un susseguirsi di attività atomiche, specialmente se personalizzate. Il problema principale è che un insieme molto ampio di possibili attività atomiche devono essere monitorate in un ambiente non controllato, dove il paziente ha la possibilità di agire liberamente. A causa di questo comportamento, strutture dati semplici possono portare a rappresentazioni ambigue, mentre memorie complesse permettono una rappresentazione più accurata ma necessitano maggiori risorse computazionali.

Un altro requisito del sistema è il poter assegnare priorità diverse ad eventi di natura diversa. Per esempio, se dei dati inerziali devono essere processati per riconoscere una caduta, il processo che li elabora deve rispettare specifiche *realtime* diverse da una procedura che misura quanto spesso il paziente ha bevuto durante la giornata. La prima dovrà essere valutata attraverso una procedura robusta che non ammetta ritardi, mentre la seconda può essere valutata con tecniche più complesse e lente; visto che si ammette un possibile ritardo prima di consigliare al paziente di bere dell'acqua.

D'altra parte, il medico accede alla memoria dell'architettura *offline* attraverso un'interazione più controllata, ma deve esplorare una grande quantità di informazioni. Il nostro obiettivo non è solo quello di facilitare la consultazione da parte del personale medico della conoscenza nella memoria del sistema, ma è anche di permettere loro di contribuire facilmente alla definizione dei contesti rilevanti per accertare l'andamento di determinati stati del paziente.

## 3 Prototipazione di Memorie

MON formalizza una memoria costituita da più ontologie, ognuna delle quali descrive un determinato contesto sottoposto all'effetto di procedure che generano, aggregano ed usano le affermazioni presenti in altre ontologie. Le procedure vengono eseguite attraverso un processo di scheduling basato sul riconoscimento di specifici stati della memoria, definiti attraverso regole condizionate ad una serie di *eventi* (es. se è stato usato un bicchiere si deve valutare se questo è ora vuoto). In altre parole, possiamo formalizzare la memoria come

un grafo dove gli archi sono procedure che manipolano e trasportano la conoscenza contenuta nei nodi. Su quest'ultimi si valutano ragionamenti secondo diversi contesti (es. temporale o spaziale), generando così nuovi eventi che possono portare all'attivazione di altre procedure che contribuiscono all'evoluzione della memoria.

Attraverso MON abbiamo sviluppato un'architettura [Kareem *et al.*, 2018] che, basata su modelli elementari supportati da contesti spaziali distinti, è stata in grado di riconoscere ADL complesse<sup>3</sup> in maniera efficiente e modulare. Inoltre, abbiamo sviluppato anche un'architettura dotata di una memoria contenente esperienze generate attraverso delle dimostrazioni fornite da un operatore [Buoncompagni e Mastrogiovanni, 2018]. In quest'ultimo scenario, la conoscenza è stata corretta dell'operatore attraverso dialoghi e le esperienze sono state autonomamente strutturate secondo contesti qualitativi (es. similitudini tra configurazioni spaziali).

## 4 Lavori Futuri e Conclusioni

Abbiamo preliminarmente studiato la contestualizzazione di esperienze semantiche ed episodiche così come tecniche per la valutazione efficiente dei processi dell'architettura. Queste richiedono lo sviluppo di un componente in grado di osservare gli stati della memoria e attivare procedure che massimizzano la probabilità di acquisire conoscenza accurata e rilevante. La valutazione degli eventi può essere assimilata ad un processo attentivo, che consolida temporaneamente la conoscenza influenzando i contesti più rilevanti per valutare lo stato del paziente all'istante di tempo corrente. Questo permetterebbe anche di studiare il compromesso tra complessità computazionale e dettaglio di rappresentazione della conoscenza, agendo sugli eventi che determinano l'attivazione delle procedure.

Tuttavia sono ancora molti i problemi da affrontare per sviluppare tale processo adattativo che attivi e disattivi la valutazione della conoscenza per determinati contesti a seconda delle necessità indicate dal personale medico. Il problema nasce dalla complessità del comportamento di un paziente e, per affrontarlo, proponiamo un'architettura modulare e flessibile che, con un continuo confronto tra sviluppatori software, pazienti e medici, si possa consolidare ed estendere. Grazie alle memorie che possono essere sviluppate con MON, sarà facilitata la ricerca dei comportamenti abituali di un paziente che ne caratterizzano lo stato a lungo termine.

## Riferimenti bibliografici

[Buoncompagni e Mastrogiovanni, 2018] Luca Buoncompagni e Fulvio Mastrogiovanni. Dialogue-based supervision and explanation of robot spatial beliefs: a software architecture perspective. In *27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 977–984, 2018.

[Kareem *et al.*, 2018] Syed Yusha Kareem, Luca Buoncompagni, e Fulvio Mastrogiovanni. Arianna<sup>+</sup>: Scalable human activity recognition by reasoning with a network of ontologies. In *International Conference of the Italian Association for Artificial Intelligence*, pages 83–95. Springer, 2018.

<sup>3</sup>Usando il dataset *adlinterweave*, <http://casas.wsu.edu>.