

Utilizzo di vincoli sociali di integrità per la rappresentazione di un protocollo in campo medico

Federico Chesani (DEIS)

Anna Ciampolini (DEIS)

Paola Mello (DEIS)

Marco Montali (Spinner)

Sergio Storari (ENDIF)

Obiettivi

- Sperimentare la possibilità di utilizzare vincoli sociali d'integrità (*Social Integrity Constraints*) per rappresentare un protocollo medico basato su una linea guida.

Contesto di applicazione

- Microbiologia:
 - Trattamento degli eventi infettivi ospedalieri.

Linee guida: cosa sono?

- Le linee guida sono raccomandazioni di comportamento clinico prodotte allo scopo di assistere medici e pazienti nella decisione delle modalità assistenziali più appropriate in determinate situazioni;
- sono prodotte da società scientifiche, associazioni professionali e istituzioni sanitarie attraverso un processo sistematico;
- sono rivolte a migliorare la qualità, la specificità e il costo-efficacia degli interventi sanitari, nonché a fornire strumenti educativi e didattici.

Social Integrity Constraints

- Sono un formalismo basato sulla logica per rappresentare i protocolli d'interazione in società aperte di agenti.
- Nel modello sociale SOCS, il comportamento degli agenti è rappresentato dal concetto di evento
 $H(Event, Time)$.
- L'insieme degli eventi accaduti costituiscono la history di una società ad un certo tempo.
- Ogni evento accaduto viene valutato, e, in base a quanto specificato dai SICs, viene generata l'opportuna expectation, cioè l'evento atteso
 $E(Event, Time)$.
- Il comportamento degli agenti dovrà soddisfare le expectation (*fulfillment*), altrimenti verrà rilevata la violazione (*violation*).

Dominio applicativo

- **Microbiologia**
- In particolare sono stati considerati i seguenti aspetti:
 - **Batteri**, in quanto responsabili di **infezioni**;
 - **Infezione**: invasione e moltiplicazione di microrganismi in un organo ospite;
 - **Antibiotici**: farmaci impiegati nella cura delle malattie infettive;
 - **Antibiogramma**: esame di laboratorio per la determinazione degli antibiotici più idonei da adoperare nel trattamento di un'infezione.

Il protocollo da implementare

- Il protocollo che è stato scelto da implementare tramite l'uso di *Social Integrity Constraints*, riguarda una semplice astrazione della linea guida usata negli ospedali per la gestione degli eventi infettivi, e può essere riassunta nei seguenti passi:
 1. Un paziente si presenta nel Pronto soccorso di un ospedale accusando i sintomi di una possibile infezione.
 2. Un medico deve visitare il paziente e decidere se ricoverarlo nel reparto infettivo o in un reparto qualsiasi, in base ai sintomi che presenta.
 3. Una volta nel reparto, il medico responsabile del paziente deve prescrivere la prima terapia e anche un'analisi microbiologica, per individuare eventuali farmaci più adatti per la cura.
 4. Il laboratorio deve eseguire una coltura batterica per individuare i microrganismi infettanti, e per ognuno di essi deve eseguire l'antibiogramma. I risultati dovranno essere consegnati al medico entro 48 ore.
 5. Il medico, una volta ricevuti i risultati, deve prescrivere una nuova terapia.
 6. Gli infermieri devono eseguire la somministrazione dei farmaci.
 7. Se dopo 72 ore dalla somministrazione il paziente presenta ancora i sintomi di un'infezione, il medico deve prescrivere una nuova analisi microbiologica.

Implementazione del protocollo (1)

- La linea guida è stata analizzata al fine di individuare:
 - tutte le azioni, anche implicite, che devono essere sempre effettuate per garantire un trattamento idoneo della malattia del paziente;
 - gli attori coinvolti nella linea guida;
 - per esempio: il paziente, il medico del Pronto Soccorso, il medico del reparto, ecc.
- Nel modello proposto
 - ogni attore individuato è rappresentato da un agente;
 - le interazioni che avvengono tra gli attori sono specificate dal protocollo.

Implementazione del protocollo (2)

- Per ogni passo individuato nella linea guida è stato scritto un SICs corrispondente.
- Per esempio:

“Un paziente si presenta al Pronto Soccorso di un ospedale”.

Questo evento sottintende che il paziente deve essere visitato da un medico entro un certo tempo dal suo ingresso nel Pronto Soccorso (per esempio 6 ore).

Il SICs corrispondente è il seguente:

H(entra_prontosoccorso(Paziente), T)

?

E(visita(Medico, Paziente), T1)

\wedge **med_in_servizio(Medico, prontosoccorso, Ti, Tf)**

\wedge $T1 > T \wedge T1 < T + 6*60 \wedge T1 > Ti \wedge T1 < Tf.$

- Il risultato finale è un set di 20 *Social Integrity Constraints* che rappresenta il protocollo medico.

Test del protocollo con SOCS-SI (1)

- SOCS-SI è un software che può essere usato in combinazione con piattaforme di agenti per la verifica *on-the-fly* della conformità ai protocolli scritti tramite *Social Integrity Constraints*.
- E' stato usato per simulare il comportamento degli agenti che interagiscono all'interno della società e, quindi, per verificare la loro conformità al protocollo medico sviluppato.
- Per creare un'applicazione di una società con SOCS-SI sono stati realizzati i seguenti file:
 1. un file Prolog contenente la base di conoscenza della società (SOKB);
 2. un file di testo contenente il set di *S/ICs* che gli agenti devono rispettare;
 3. un file di testo contenente l'*events history* della società, cioè gli eventi accaduti all'interno della società fino ad un determinato momento.

Test del protocollo con SOCS-SI (2)

- Una delle simulazioni effettuate è la seguente:
“Un paziente entra nel Pronto Soccorso presentando i sintomi tipici di un’infusione. Viene visitato da un medico che gli diagnostica un’infusione e lo ricovera nel reparto infettivo. Nel reparto, il medico responsabile del paziente gli prescrive un’analisi microbiologica. Il laboratorio che deve eseguire l’analisi non restituisce i risultati al medico entro il tempo massimo (48 ore)”.
- E’ stato scritto l’history file corrispondente a questa situazione;
- sono stati specificati in SOCS-SI i file contenenti il set di SICs, il SOKB e la *events history*;
- è stata eseguita la proof-procedure, che ha esaminato gli eventi presenti nell’history file, al fine di osservare il comportamento effettivo dei membri della società e di rivelare eventuali scostamenti dal comportamento atteso.
- Alla fine dell’elaborazione, la situazione è quella mostrata nella figura seguente:

Test del protocollo con SOCS-SI (3)

SOCS Demo - Society Infrastructure 's0'

File Run ?

Execution mode: auto

Internal state

```
<c351> fulf(e(tell(a,b,prescribe_azione(lab1,m1,coltura_batterica,123),d1),410))
<c311> fulf(e(tell(a,b,prescribe_azione(medico_res,lab1,analisi_microbiologica,123),d1),390))
<c269> fulf(e(tell(a,b,prescribe_terapia(medico_res,paziente,ampicillina),d1),380))
<c252> fulf(e(tell(a,b,annota_ricovero(infermiere1,paziente),d1),350))
<c236> fulf(e(tell(a,b,ricovera(medico_ps,paziente,infettivo),d1),340))
<c168> fulf(e(tell(a,b,diagnostica(medico_ps,paziente,infezione),d1),335))
<c116> fulf(e(tell(a,b,visita(medico_ps,paziente),d1),300))
<c628> pending(e(tell(a,b,risultati(lab1,medico_res,analisi_microbiologica,123,[(ampicillina,i),(amoxicillina,s),(imipenem,i)]),d1),337528)), 337528 >= 1871, _337528 <= 4749
<c647> gt_current_time(_337528,4999), _337528 >= 1871, _337528 <= 4749
```

Events

SocsIDs	contextId	Sender	Receivers	Performative	Content	Time	Local Time
s0	d1	a	b	current_time		4	1102260414893
s0	d1	a	b	entra_prontos...	paziente	5	1102260414902
s0	d1	a	b	current_time		299	1102260414913
s0	d1	a	b	visita	medico_ps, pa...	300	1102260414914
s0	d1	a	b	current_time		334	1102260414916
s0	d1	a	b	diagnostica	medico_ps, pa...	335	1102260414917

Terminated

La violazione è stata rilevata!!

Conclusioni

- Si è riusciti con successo a produrre una mappatura della semplice linea guida tramite i Social Integrity Constraints, mantenendo anche lo stesso livello di dettaglio presente nella linea guida.
- Si è dimostrato come, con l'ausilio del tool SOCS-SI, si può riuscire effettivamente a rilevare il comportamento anomalo dei membri di una società di agenti regolata dal protocollo implementato.

Considerazioni

- I vincoli temporali di GLARE:
 - consentono di verificare la durata delle azioni semplici e composte
 - Consentono inoltre di verificare se la linea guida è semanticamente corretta
- I vincoli di integrità sociale di SOCS sono più generici di quelli di GLARE:
 - Suddividendo ogni azione in due eventi relativi all'inizio e alla fine è possibile realizzare controlli simili a quelli di GLARE
 - E' possibile controllare che la sequenza delle azioni eseguite su di un paziente rispetti il protocollo, in quanto ogni vincolo lega l'azione attuale con quelle future che si devono o non devono verificare
 - Va aggiunta una priorità nella gravità dei fallimenti

Attività Future

- In futuro
 - si potrebbe pensare di realizzare un protocollo medico basato su una linea guida clinica reale, adattando opportunamente SOCS.
 - si potrebbero combinare il tool SOCS-SI e le piattaforme ad agenti al fine di creare un'infrastruttura informatica capace di supportare il personale medico in diverse attività e verificare la conformità delle interazioni tra i diversi “attori” di uno scenario medico alle relative linee guida.
- Marco Montali, titolare di borsa Spinner, lavorerà sulle linee guida

