

# Un modello di sviluppo di sistemi informativi

*Carlo.Meghini@isti.cnr.it*

*Paola.Venerosi@isti.cnr.it*

Aprile 2003

## Fase I, parte I. Dai concetti alla definizione delle entità

### ***Razionale***

Un particolare approccio metodologico per la creazione di un modello di sviluppo di sistemi informativi è stato proposto nell'ambito del DELOS Working Group sulla armonizzazione dei formati di metadati. Il percorso indicato si articola in più fasi, il modello è basato sugli *eventi* e viene espresso con formalismi logici.

Questa nota, partendo dalle ragioni dell'approccio, intende descrivere il lavoro nell'ambito della prima fase dedicata all'analisi degli aspetti filosofici di concetti ritenuti fondanti per il modello. Vengono sottolineati i passaggi relativi alla trasposizione delle nozioni considerate rilevanti e dei loro legami, dall'ambito filosofico a quello propriamente informativo del modello, caratterizzato dalle definizioni delle entità e relazioni. Sono evidenziati i formalismi espressivi incontrati nell'indagine. Seguono le considerazioni che hanno spinto allo sviluppo di ulteriori indagini su altri meccanismi formali basati sulla nozione di evento.

### ***Premessa***

Le ragioni per definire una metodologia dedicata alla creazione di un modello di sviluppo di sistemi informativi, valevole per una molteplicità di situazioni, basata sugli eventi e su una espressività formale, si basano su due ipotesi: che una metodologia universale ed unificante sia capace di collaborare alla creazione di modelli dialoganti e che l'evento sia l'entità più espressiva per modellare il concetto di cambiamento.

(I) La possibilità di una metodologia per lo sviluppo di un sistema informativo, indipendente da una particolare applicazione, si basa sull'assunzione che tale sviluppo consista, da un punto di vista logico, nella realizzazione di funzioni che manipolano una rappresentazione di una fetta di realtà. Astruendo dalla specifica natura di tali funzioni, questa visione riconduce lo sviluppo di sistemi informativi alla formalizzazione di un determinato aspetto della realtà. Formalizzazione che non può che essere logica, stante la funzione del sistema informativo di memoria finalizzata al question answering.

La formalizzazione logica richiede due tipi di analisi:

- Un'analisi filosofica, che deve portare alla individuazione dell'ontologia del dominio in oggetto, e dei rapporti delle entità che in essa figurano.
- Un'analisi logico-matematica, che deve portare alla individuazione di un linguaggio logico, per catturare in espressioni simboliche la realtà sotto osservazione, e di un associato meccanismo deduttivo per catturare la relazione tra le domande (query) poste al sistema informativo e le risposte (answer) che esso produce.

Il primo tipo di analisi è richiesto solo quando la realtà da formalizzare comprende nozioni controverse da un punto di vista filosofico, per esempio la nozione di conoscenza (centrale per un sistema esperto) o la nozione di evento/azione, centrale al nostro caso. Tale analisi, che forma la prima fase della metodologia, deve produrre delle linee guida per lo sviluppo futuro, in cui viene fornita un'ontologia e una descrizione informale delle entità che vi compaiono e dei loro rapporti.

Il secondo tipo di analisi è ormai prassi comune nel settore della teoria dei sistemi informativi, dove la logica matematica è vista come strumento principe per lo studio delle proprietà espressive

e computazionali delle rappresentazioni. Essa e' dunque impiegata nella seconda fase della metodologia, che deve produrre un modello matematico della realta' che funga da dominio semantico per le espressioni di un linguaggio logico con cui si parla di tale realta'.

Queste prime due fasi costituiscono le fondamenta su cui il sistema informativo dovra' essere costruito. A partire da esse, si procede al design del sistema (terza fase della metodologia) e alla sua implementazione (quarta fase), che produce un sistema funzionante. Queste due ultime fasi sono state oggetto di approfonditi studio dagli anni 70 ad oggi, ed esiste un vasto repertorio di strumenti per la loro realizzazione. La seguente tabella riassume la metodologia:

<i>Fase</i>	<i>Oggetto</i>	<i>Prodotto</i>
Analisi filosofica	Analisi delle nozioni fondanti della realta' oggetto del sistema informativo	Linee guida con ontologia e relazioni
Analisi logico-matematica	Formalizzazione logica del risultato della fase precedente	Teoria logica del dominio applicativo (linguaggio, semantica e meccanismo inferenziale)
Design	Trasformazione della teoria logica in uno schema concettuale informatico	Progetto
Implementazione	Realizzazione delle funzioni	Sistema

**(II)** Il perche' del ricorso agli "eventi" va individuato nella necessita' di rappresentare in maniera adeguata accadimenti riguardanti lo stesso oggetto, aventi un ruolo causale nell'evoluzione dell'oggetto e del suo impiego, e connotati pero' da natura diversa e diversa durata. Il problema era quindi quello di identificare entita' che avessero l'espressivita' sufficiente per sostenere la complessita' di simili rappresentazioni.

Cerchiamo di approfondire questo aspetto con un esempio:

Facciamo il caso di un vaso, il vaso X. Questo e' stato modellato da.... il...; e' stato successivamente dotato di un piedistallo. e si trova ora al museo di.. a.... Ha una forma, uno stile, dei colori, un'altezza, una capacita', e' realizzato con un certo tipo di materiale, etc., e' composto di parti. Le caratteristiche esistenziali, indipendenti dal tempo, lo identificano univocamente e si manterranno costanti finche' esistera' e sono quelle che permetteranno di individuarlo tra molti.

Ci sono tuttavia altre informazioni che pur non descrivendo l'oggetto in se, raccontano la sua storia, modificando nel tempo la sua rappresentazione originaria. Cosa puo' succedere ad un vaso d'autore collocato in un museo Y? Puo' cambiare di collocazione, di classificazione, puo' essere esibito in mostre, puo' apparire in poster e cataloghi, ed essere citato in articoli; se ne possono fare copie o immagini, oppure puo' apparire in un video, in uno scenario di realta' virtuale; inoltre puo' essere usato nella scenografia di un film, o nella ricostruzione di un ambiente d'epoca. Si puo' anche rompere o danneggiare, e quindi restaurare. Ciascuno di questi episodi, se adeguatamente descritti, permette di dare compiuta descrizione della vita dell'oggetto, compreso il suo uso e riuso, e su questa soddisfare una molteplicita' di richieste, che si presentano in contesti applicativi realistici.

Quanti e quali restauratori sono intervenuti sul vaso? Sono intervenuti nello stesso intervallo di tempo, anche se separatamente? Oppure in intervalli diversi? In quale laboratorio e' stato eseguito il restauro? Con quali tecniche ed apparecchiature? Quante volte e' stato esibito in un certo intervallo di tempo e dove? Quante volte e' stato citato e dove? E' stato classificato in modi diversi a partire dalla sua descrizione originaria? Quale e' stato l'importo della assicurazione al momento del suo trasferimento per l'esibizione X? Quali i tipi di media usati per le varie presentazioni?

Proviamo ad immaginare la storia di un vaso, come un insieme di fatti temporalmente connotati che lo riguardano. Tra questi fatti, c'e' l'accadere di un certo numero di eventi. Questi, a loro volta, si possono distinguere in ragione del fatto che impattano sullo stato fisico del vaso oppure sul suo uso (vedremo poi se questa distinzione serve).

Vediamo che il vaso, nella parte di storia che riguarda il processo della sua costruzione, viene espresso prima come forma modellata in ceramica (chi (ruolo), dove, quando), poi con l'aggiunta di un piedistallo di marmo (chi (ruolo), dove quando), e poi con una decorazione (chi (ruolo), dove, quando). Subisce cioè delle variazioni nel suo aspetto fisico (trasformazioni) che scandiscono le tappe della sua esistenza. La storia inizia, in questo caso, con un processo creativo che si conclude con un prodotto finito, così accade per un libro, una scultura, un quadro, una scarpa, ma anche ad un essere vivente. Ma la sua storia è appena agli inizi.

Quindi, rappresentare un oggetto durante la sua esistenza, significa disporre di una dimensione dinamica capace di collegare informazioni retrospettive a quelle che via via caratterizzeranno la sua storia. Questa dimensione è il tempo.

Modellare questa dimensione all'interno di specifiche applicazioni significa anche verificare la versatilità dei vari modelli concettuali che trattano il problema e le potenzialità dei costrutti a disposizione.

L'esempio vuol mettere inoltre in evidenza come la dimensione temporale sia implicita nelle nozioni di evento e azione, che, come abbiamo ricordato, rappresentano gli accadimenti che hanno riguardato l'oggetto lungo la sua esistenza.

Il concetto di *life-time* sembra esprimere in modo adeguato e soddisfacente la ragione fondamentale del modello e richiede di specificare entità quali "azioni" o "eventi" e di precisare le relazioni temporali tra essi.

Useremo quindi *life-time* per indicare la storia degli eventi e azioni che hanno determinato la trasformazione dell'oggetto senza comprometterne identità e proprietà fondamentali, come pure tutta una serie di fatti che, pur non trasformandolo, lo hanno riguardato.

**La nozione di lifetime, così come essa è stata delineata fin qui, può essere usata come nozione di base per lo sviluppo di un modello** della evoluzione degli oggetti, basata su eventi ed azioni.

Le linee guida del modello sono:

- Gli oggetti sono immersi in lifetime
- Un lifetime è una rete di cause/effetti, limitatamente agli eventi che interessa rappresentare
- Un oggetto può partecipare a un lifetime per volta (in un certo istante di tempo l'oggetto sta in un solo lifetime) ma a più lifetime in sequenza (se per esempio entra a far parte di un altro oggetto)
- Nel suo evolvere, un oggetto cambia, ma ci sono delle cose che non mutano: l'identità, per esempio, e poi le proprietà cosiddette strutturali. Nel modello ABC [1] questo è modellato con le attualità esistenziali (che possono cambiare) e quelle universali (immutabili). A parte la poco felice scelta terminologica, un approccio migliore sembrerebbe parlare di un oggetto dall'identità immutabile e dei suoi stati. Associate all'identità possono esserci delle proprietà immutabili anch'esse, secondo quanto stabilito di volta in volta dall'applicazione.
- A ogni entità del modello è possibile associare descrizioni in linguaggio naturale, che catturino informazioni importanti senza dover sottostare alla rigidità di un formalismo. Nel tempo, l'uso di queste descrizioni può suggerire una categorizzazione in tipi diversi o una formalizzazione.
- Un evento può partecipare a più lifetime. Questo realizza modellando l'evento come oggetto a sé stante e poi collegandolo ai cambiamenti di stato degli oggetti (transizioni) con il ruolo di causa
- Gli eventi hanno una durata temporale e questa viene modellata con una logica degli intervalli (quale per esempio quella proposta da James Allen [2]).
- Gli eventi sono componibili in eventi più complessi. Un evento è atomico se non può essere scomposto.
- Gli oggetti sono componibili in oggetti più complessi.
- È importante stabilire l'interazione tra la struttura degli eventi e degli oggetti nelle relazioni che li interessano. Per esempio, se un evento causa un cambiamento di stato di un oggetto, anche i suoi sottoeventi sono causa del cambiamento? E i suoi sopraeventi? E i componenti dell'oggetto che cambia, cambiano anch'essi?

Un modello come quello sin qui tratteggiato ha come "intended ability" quella di "modellare i cambiamenti" e garantire certe funzioni essenziali:

- Capacita' di rispondere a domande su "chi fu responsabile di cosa, quando e dove"
  - Capacita' di modellare la creazione, evoluzione, e trasformazione degli oggetti nel tempo
  - Capacita' di descrivere e modellare oggetti fisici, digitali ed analogici raccolti in biblioteche, archivi e musei, o su internet, inclusi tutti i tipi di media
  - Capacita' di descrivere concetti astratti come contenuti intellettuali, entita' temporali, eventi che accadono ad un oggetto durante il suo ciclo vitale
  - Capacita' di descrivere altre entita' fondamentali come gli agenti, il luogo, i tempi ed associare descrizioni in linguaggio naturale
- L'"intended usage" coinvolge tutte le aree di applicazione nelle quali siano preminenti queste esigenze.

### ***Indagine preteorica sui concetti base del modello***

Le ragioni esposte precedentemente indicano negli "eventi" e nelle "azioni" le entita' fondanti per un modello di sistemi informativi. Con l'indagine sugli aspetti filosofici di questi concetti, intendiamo (i) individuare il ruolo che essi assumono in un contesto filosofico, (ii) vagliare la loro adeguatezza a rappresentare la realta' di interesse, e (iii) quindi ricavare gli aspetti utili per specificare i concetti utilizzati nel modello.

### ***Le azioni e gli eventi per Donald Davidson***

L'insieme dei saggi intitolato "Azioni ed Eventi" di Donald Davidson [3], offre contemporaneamente un excursus sul pensiero di DD ed una metodologia per ragionare in modo formale su questi concetti.

La scelta di DD di interpretare il mondo attraverso le azioni e gli eventi, o meglio sugli enunciati che ad essi si riferiscono, nasce dalla constatazione che il linguaggio si riferisce costantemente ad azioni ed eventi e "che solo facendo attenzione al modo in cui parliamo delle azioni, ed in particolare alla forma logica e linguistica degli enunciati d'azione, possiamo offrire una spiegazione adeguata dell'agire".

L'analisi delle descrizioni linguistiche delle azioni e degli eventi, individuali ed irripetibili, permette a DD di formulare una particolare forma logica in cui parafrasare gli enunciati che si riferiscono alle azioni ed agli eventi. Per chiarire come i significati di tali enunciati dipendano dalla loro composizione nel discorso, DD indica la necessita' di un'ontologia di eventi individuali ed irripetibili.

Sul filo delle argomentazioni di DD su quali siano le specifiche caratteristiche che certi eventi devono soddisfare per chiamarsi azioni, come sia possibile la loro individuazione, cosa comporti essere agente, quali siano le relazioni che possono intercorrere tra questi concetti, presentiamo (i) una sintesi dalla quale desumere il lessico per una "ontologia di eventi" e (ii) un'introduzione al metodo formale adottato da DD: la forma logica degli enunciati d'azione.

### ***Le azioni***

DD si interroga sui perche' di una azione. La sua tesi e' che la ragione che spiega l'azione e' una specie della spiegazione causale. Conoscere la ragione di una azione significa conoscerne l'intenzione di chi l'ha compiuta e questo permette di definire un'azione *intenzionale* come un'azione compiuta per una ragione.

Nelle comuni spiegazioni causali degli eventi del mondo fisico sono implicate delle leggi, nel senso che per dare una spiegazione degli eventi "e' necessario sapere che esiste qualche legge che governa gli eventi in questione".

Il seguente enunciato

L'eruzione del Vesuvio nell'agosto del 79 d. C. seppelli' la citta' di Pompei.

parla di due eventi singolari, l'eruzione del Vesuvio e il seppellimento di Pompei: il primo causo' il secondo. Se dovessimo spiegare il perche' di questi eventi, dovremmo ricorrere al linguaggio di una teoria fisica. (carattere nomologico della spiegazione)

Per spiegare le azioni, cioè l'agire di una persona, non si può fare ricorso a leggi o a generalizzazioni, perché non c'è nessuna legge che spieghi come si formino le intenzioni nella mente dell'uomo. (carattere teleologico della spiegazione).

Tuttavia la tesi centrale di DD è che, sebbene la relazione intenzione/azione esuli dalle comuni relazioni causali, la nozione di causalità trova applicazione nell'ambito della azione umana e possa essere surrogata dal sintetico concetto di "intenzione". La normale relazione causale si applica invece al rapporto azione/effetto.

Nel 1989, il 2 di aprile, Gianni sparò a Mario e l'uccise.

L'enunciato si riferisce ad un evento singolare, ma non contiene elementi che indichino una intenzionalità. Gianni potrebbe essere stato urtato ed aver sparato per sbaglio. In questo caso anche l'effetto dello sparo, cioè l'uccisione di Mario dovrebbe essere imputato all'urto. Rispetto all'intenzionalità l'azione risulta opaca.

Se aggiungo però una descrizione dell'evento, come:

Nel 1989, il 2 di aprile, Gianni sparò a Mario e l'uccise. Aveva trascorso tutta la notte a pensare come sbarazzarsene.

la cosa cambia; l'intenzione appare palese, l'azione di sparo è intenzionale e pure l'uccisione, effetto dello sparo.

Queste, le caratteristiche dell'azione intenzionale che la distinguono dagli eventi del mondo fisico:

- Una persona è l'agente di un atto se e solo se c'è una descrizione di quel che compie che rende vero un enunciato che afferma che lo ha fatto intenzionalmente (anche se il risultato è diverso rispetto all'intenzione).
- L'intenzione lega l'azione alla persona che la compie.
- Le azioni si identificano sempre in riferimento all'agente.

La caratterizzazione dell'azione intenzionale permette a DD di formulare ulteriori specificazioni.

Se l'intenzione è l'elemento del processo mentale che conduce all'azione e ne indica la ragione, si possono distinguere le azioni volontarie e coscienti di un individuo da quelle involontarie.

Nell'analisi di DD, le azioni intenzionali sono quelle che implicano la figura dell'agente, e non sono eventi propriamente detti, né una loro sottoclasse.

Le azioni che si configurano come movimenti involontari, per es. quando una frenata dell'autobus catapultava un passeggero nelle braccia di un altro, non sono azioni compiute da una persona, ma eventi spiegabili con un linguaggio di una qualche teoria del mondo fisico e naturale.

Vi sono poi azioni compiute da una persona per le quali l'intenzionalità risulta opaca: cioè azioni che possono essere o non essere intenzionali, come le azioni compiute per sbaglio. Queste rientrano in una sottoclasse degli eventi che sono azioni. Per esempio, in un compito in classe Titti scrive "frutta" al posto di "tutta". Il risultato dell'azione è sbagliato rispetto all'intenzione, tuttavia rimane un'azione di Titti.

Da un punto di vista metodologico queste distinzioni servono a DD per modellare la figura dell'agente e tenere conto del fatto che:

- la medesima azione può essere intenzionale se descritta in un modo e non intenzionale se descritta in un altro
- due enunciati che implicano la stessa cosa possono non essere identici ed esprimere l'uno un'azione intenzionale e l'altro no.

Esempio: l'enunciato "Edipo colpì il vecchio insolente incontrato al crocicchio" e l'enunciato "Edipo colpì suo padre incontrato al crocicchio" da un punto di vista logico si implicano a vicenda, dato che il vecchio era anche il padre. Ambedue le azioni sono azioni compiute da Edipo: tuttavia da un punto di vista semantico non sono identiche, perché la prima risulta intenzionale in base ad una certa descrizione come "l'uccisione del vecchio insolente da parte di Edipo" e l'altra no.

### **Agenti**

Quali eventi denotano il carattere dell'agente? Alcuni caratterizzano le cose che ha fatto, per es. si è alzato, lavato, vestito; altri caratterizzano cose che sono capitate, come inciampare e rovesciare il caffè. Si propone così una prima distinzione tra ciò che uno fa e ciò che gli accade.

Questa indagine condotta da DD su più fronti non gli consente però, per ammissione dello stesso autore, "di dare risposta alla fondamentale richiesta di analisi della proprietà di essere agenti".

Nelle argomentazioni alla ricerca del contrassegno dell'essere agenti DD scarterà sia l'ipotesi che possa esserlo l'essere soggetto in frasi attive oppure l'essere oggetto in frasi passive, sia la nozione di causalità. Quest'ultima infatti, seppur centrale per il concetto di essere agenti spiega solo gli effetti dell'essere agenti ma non la sua essenza. Esempio:

Roosevelt dette l'ordine di sbarcare in Normandia il.....

L'enunciato dice che vi è un evento come un ordine da parte di Roosevelt che avrebbe implicato lo sbarco in Normandia. Nulla fa supporre però una relazione causale tra Roosevelt e l'azione "dare l'ordine". Infatti, non è una relazione causale che fa di Roosevelt l'agente dell'azione, né il fatto di essere soggetto di una frase attiva, ma l'intenzionalità implicita nel verbo "dare l'ordine".

L'intenzione implica quindi essere agenti; tuttavia l'essere agenti non implica sempre un'azione intenzionale.

Se dipingo un vaso col pennello intinto di rosso anziché di verde com'era mia intenzione, il dipingere il vaso era intenzionale, il dipingerlo di rosso no, tuttavia ciò che è accaduto rimane una mia azione ed io sono l'agente. Se poi nel dipingere il vaso il pennello ha uno scarto a causa di una vibrazione dovuta ad un fattore esterno, questa non è una mia azione ed io non sono l'agente.

Ritornando quindi al quesito iniziale di quali siano gli eventi che implicano l'essere agenti DD dirà: "una persona è l'autore di un atto se ciò che fa può essere descritto sotto un aspetto che lo rende intenzionale". Questa proposta formulata in termini di enunciati e descrizioni di azioni diviene: "una persona è l'agente di un evento se e solo se c'è una descrizione di ciò che ha fatto tale da rendere vero un enunciato che dice che l'ha fatto intenzionalmente".

Vi è un'altra caratteristica del nostro linguaggio per descrivere le azioni, chiamata "effetto fisarmonica"[4] che viene indagata da DD alla ricerca di eventuali contrassegni dell'agire. Essa esprime il concetto che tutto quel che avviene da quando una persona ha mosso un dito con l'intenzione di compiere un'azione, rimane opera sua, sia che si riferisca a cose fatte intenzionalmente o no.

Quello che a noi interessa è la rappresentazione della dinamica dell'azione:

Lucio aprì la porta, puntò la pistola e sparò a Dario

è un enunciato d'azione che verte sullo "sparare da parte di Lucio a Dario" e potrebbe essere descritto ulteriormente:

Lucio afferrò la pistola, uscì nel corridoio, accese la luce, si fermò davanti alla porta di Dario, ruotò la maniglia, aprì la porta, puntò la pistola e gli sparò.

L'azione è sempre la stessa; è la descrizione che si allunga. Il cumulo di descrizioni corrisponde ad un unico *descriptum* dell'evento e gli atti descritti non sono azioni diverse, ma collassano tutti nelle azioni primitive (movimenti corporei che danno inizio all'azione), come parti della stessa azione. L'eventuale uccisione di Dario non rientra nella descrizione dell'azione, ma come effetto dell'azione viene trattata separatamente.

L'effetto fisarmonica aiuta a sottolineare come la rappresentazione di un'azione intenzionale complessa e del suo effetto richieda anche un'opportuna formula temporale e "mostra come la relazione tra una persona e la sua azione è indipendente da come i suoi termini vengono descritti".

### **Gli enunciati di azione**

“La forma logica fu introdotta per essere contrapposta alla grammatica di superficie”, dice DD. Indicare la forma logica di un enunciato significa indicarne l’ubicazione logica entro la totalità degli enunciati, in modo da determinare quali enunciati esso implichi e da quali sia implicato. La forma logica alla quale DD si richiama è la forma quantificazionale del primo ordine. Un sistema deduttivo soddisfacente aggiunge alla teoria della quantificazione regole atte a dar luogo alle implicazioni tra enunciati intorno a eventi particolari ed irripetibili.

L’analisi degli enunciati d’azione proposta da DD è volta a identificare la forma logica dei *verbi d’azione*, i verbi che dicono “cio’ che qualcuno ha fatto”, in una sintassi del primo ordine, con variabili e termini singolari a indicare gli individui, e predicati a indicare le relazioni tra di essi. I quantificatori esistenziali e universali vertono sugli individui.

<<Shem urto’ Shaun>> parrebbe consistere in due nomi più un predicato a due posti. Se si considera invece <<urto’>> come un predicato a tre posti, l’enunciato prende la seguente forma logica:

$(\exists x) (\text{Urto}' (\text{Shem}, \text{Shaun}, x))$

vale a dire: vi è un evento  $x$  tale che  $x$  è un urtare Shaun da parte di Shem. Questa parafrasi serve come esempio per evidenziare l’originalità della teoria di DD rispetto ad ogni altra teoria; infatti, nell’enunciato originario non c’è traccia dell’evento che invece gioca un ruolo fondamentale all’interno di quello risultante dall’analisi.

Dare la forma logica di un enunciato per DD è descriverlo in termini tali da condurlo nell’ambito di una teoria semantica, che è cosa diversa dall’indicare semplicemente regole formali di inferenza.

Infatti grazie alla formulazione di DD, possiamo formalizzare la deduzione che “guidare un’astronave verso la stella del mattino” implica “guidare un’astronave verso la stella della sera”, dato che la stella del mattino e la stella della sera sono lo stesso individuo. In particolare, partendo dalla forma logica proposta da DD

$(\exists x) (\text{Guido}' (\text{io}, \text{la mia astronave}, x) \ \& \ \text{Verso} (\text{la stella del mattino}, x))$

e utilizzando il fatto che

la stella del mattino = la stella della sera

segue logicamente che

$(\exists x) (\text{Guido}' (\text{io}, \text{la mia astronave}, x) \ \& \ \text{Verso} (\text{la stella della sera}, x))$

Grazie alla struttura logica proposta da DD si dispone dell’inferenza e si evidenzia anche il contributo delle preposizioni, cosa che non avverrebbe se considerassimo le preposizioni come parti integranti dei verbi (se volessimo fare risaltare per esempio l’elemento comune tra <<volo’ verso>> e <<volo’ via da>>). Inoltre, si riesce ad evitare che l’applicazione dell’analisi si estenda a tutti gli enunciati.

Conoscere il significato di un predicato vuol dire conoscere il numero dei suoi posti argomento, e quali tipi di entità possono occupare quei posti. I predicati di azione sono dotati di argomenti di tipo evento, ma ne sono dotati anche molti predicati che si riferiscono ad eventi. La <<poliadicità variabile>> è comune a tutti i verbi che descrivono eventi.

Il discorso sugli enunciati d’azione coinvolge il concetto di essere agenti. Come si inserisce questo concetto nell’analisi degli enunciati? La prima condizione necessaria per parlare d’azione è che un posto argomentale nel verbo venga occupato da un riferimento all’agente come persona. La seconda condizione è usare un verbo che implichi l’essere agente oppure aggiungere che l’atto era intenzionale. Si apre la questione della forma logica da assegnare all’espressione che introduce l’intenzione.

Dal punto di vista logico, dice DD, sono le seguenti condizioni a governare l'espressione che introduce l'intenzione: (i) non deve essere interpretata come verbo d'azione (fare in modo che), (ii) dev'essere intenzionale (non si applica il principio della sostituibilità di termini equivalenti, *salva veritate*) e (iii) l'intenzione deve essere vincolata ad una persona. Esempio:

Lino sparò intenzionalmente alla folaga nel lago  
e' un enunciato che dovrebbe essere riformulato così

Fu intenzionale da parte di Lino sparare alla folaga nel lago

Nel caso che la folaga nel lago fosse stata all'insaputa di Lino una folaga di richiamo, non sarebbe però corretto dire:

Fu intenzionale da parte di Lino sparare alla folaga di richiamo

### **Eventi**

Quando si parla di eventi e di azioni parliamo dei fatti del mondo. DD ne vuol parlare in modo formale introducendo il discorso sui predicati di azione, che oltre le azioni comprende anche gli eventi. "Se i predicati di azione sono dotati di posto argomento per eventi, ne sono dotati anche molti predicati che nulla hanno a che vedere con le azioni".

Ma gli eventi come si individuano?

Il processo di individuazione degli eventi e' una parte fondamentale del ragionamento impostato da DD per dimostrare che gli eventi di cui si parla (saggi 6,7,8) sono particolari ed irripetibili, che per gli enunciati che vi si riferiscono valgono le regole di negazione ed affermazione di identità[5], che la struttura di questi enunciati consente di parafrasarli in una forma logica (quantificazione esistenziale) e che una teoria del significato di questi enunciati, tale da giustificare l'implicazione, deve ammettere un'ontologia di eventi.

L'analisi che DD intraprende, per rispondere alla domanda precedentemente espressa, e' rivolta a identificare tra gli enunciati intorno ad eventi quelli che descrivono e spiegano un evento particolare ed irripetibile (sia esso un evento del mondo fisico o naturale, o una azione) ed a distinguerli da quelli che si limitano ad asserire l'esistenza di un evento.

Esempio: se il discorso indugia con dovizie di particolari su una frana (seppelli' un paese, causò 15 morti, etc.) precipitata in occasione di un terremoto, e' chiaro che l'entità che si vuol evidenziare e su cui si vuol ragionare e' l'evento frana e non l'evento terremoto di cui ci si limita ad asserire l'esistenza in quanto causa della frana.

E' comunque sull'idea che l'enunciato si debba riferire ad un evento particolare e contenere effettivamente una descrizione singolare (termine singolare) che DD basa la sua risposta al problema dell'individuazione di eventi ed azioni ed a quello della identità tra enunciati.

Pisa venne bombardata nell'agosto del 1943

ha la forma logica di un enunciato quantificato esistenzialmente che in prosa potrebbe corrispondere a

Vi e' un evento come un bombardamento di Pisa nell'agosto del 1943  
che nulla dice sul fatto che sia stato il solo bombardamento nell'agosto del '43.

Il bombardamento di Pisa del 31 agosto 1943  
contiene invece il termine singolare che indica l'evento singolo ed irripetibile.

Se gli eventi sono singoli ed irripetibili non vi sarà mai un evento identico all'altro ma potremmo chiederci, dice DD, quando sono veri enunciati intorno alle identità di eventi, ossia quando sono veri enunciati della forma  $\langle a = b \rangle$ , dove  $\langle a \rangle$  e  $\langle b \rangle$  sono termini singolari che si riferiscono ad eventi; potremmo quindi fissare le condizioni necessarie e sufficienti per l'identità tra eventi: se  $x$  e  $y$  sono eventi, allora  $x = y$  se e solo se.....



Tra i criteri presi in esame quelli spaziale, temporale, e spazio-temporale sono per DD necessari ma non sufficienti per individuare gli eventi: solo se la descrizione delle cause e degli effetti di un evento sono le stesse si potrà parlare di eventi identici. “Gli eventi hanno una posizione univoca nella struttura delle relazioni causali tra eventi... nello stesso modo in cui gli oggetti hanno una posizione univoca nella struttura spaziale degli oggetti.”

$(x = y \text{ se e solo se } ((z) (z \text{ ha causato } x \leftrightarrow z \text{ ha causato } y) \text{ e } (u) (x \text{ ha causato } u \leftrightarrow y \text{ ha causato } u))$

La mia proposta dirà DD e’ “che il nesso causale fornisce una struttura comprensiva e continuamente utilizzabile per l’identificazione e la descrizione degli eventi per molti versi analoga al sistema di coordinate spazio-temporali per gli oggetti materiali”.

Il pensiero di DD (sintetizzato precedentemente in modo molto schematico) su (i) come distinguere le azioni dagli eventi, (ii) come individuare gli enunciati su eventi singoli ed irripetibili (iii) come parafrasarli nella forma logica adottata, impone come necessaria una ontologia di eventi. L’ontologia, coadiuvata da una ordinata formula temporale, riesce per DD a rendere esplicite le implicazioni tra enunciati, ed a mantenere inalterato il significato di ciascun enunciato nel discorso e quello degli enunciati nel loro insieme. La scansione temporale, a sua volta, esprime il parallelismo e/o la successione degli eventi e delle loro parti [6], se descritte. La possibilità, dice DD, e’ “che gli eventi abbiano parti che sono eventi, e che le parti possano essere discontinue in senso temporale e spaziale (un torneo di scacchi, una disputa, una guerra)”. Lo stesso evento inoltre può *continuare* in tempi o luoghi diversi.

### **Definizioni**

La definizione informale dei concetti che di seguito presentiamo rappresentano la prima tappa del lavoro metodologico e contengono, nella loro formulazione, tratti del ragionamento filosofico di DD intorno ad azioni ed eventi.

*L’evento* e’ un accadimento nel mondo. Se preso in considerazione nel discorso, o meglio se si rende necessario per sviluppare il discorso (se viene descritto e ridescritto) potrà essere qualificato come entità. Ha una sua identità, e’ unico ed irripetibile. Come caratteristica primaria ha quella di essere stato causato e di produrre effetti. Si colloca in un intervallo di tempo anche con discontinuità ed e’ localizzabile. Viene individuato in base a ciò che lo ha causato ed agli effetti che ha prodotto. La continuità (il bombardamento di Pisa del 1 agosto ’43 dalle 13 alle 14) e/o la discontinuità (un vulcano in fase eruttiva ha pause di remissione; il loro calcolo potrebbe risultare indicativo per un vulcanologo), ambedue sono caratteristiche di un evento ed impongono una ben formulata ontologia di tempi e la scomposizione dell’evento in parti.

Torniamo all’esempio formulato all’inizio, la rappresentazione formale della storia di un vaso. Il primo passo sarà quello di identificare gli eventi e le azioni che consideriamo rilevanti nella storia del vaso: eventi che lo hanno trasformato, oppure riguardato in modo tale da giustificare di essere indicati come entità nel discorso. Facciamo l’esempio della costruzione di una nuova sede museale dove il vaso verrà ospitato. L’evento non provoca effetti di trasformazione sul vaso come oggetto fisico, ma determina effetti significativi come per es. il suo trasporto con i relativi problemi assicurativi, una sua nuova collocazione fisica etc. L’effetto di questo evento potrebbe essere l’avvio di alcune azioni come una revisione del sistema di catalogazione che a sua volta provocherebbe un mutamento di contesto nell’esposizione del vaso (nel caso per es., della sostituzione del criterio cronologico con quello tipologico). Quindi la revisione del sistema di catalogazione dovrebbe essere trattata come azione ed essere associata al suo agente, in questo caso un Ente.

L’evento viene identificato da: nome, luogo, data, durata, (cause presumibili o accertate), effetti. E’ associato alle sue parti da relazioni temporali, e/o gerarchiche. E’ in relazione causale con i suoi effetti.

*L’azione* e’ un atto compiuto da una persona. Quindi ha come caratteristica primaria quella di essere individuabile in rapporto ad una precisa persona. Questa sua caratteristica rende l’azione diversa da un evento del mondo naturale (per es. un terremoto). Tuttavia se l’atto e’ involontario o provocato da un fenomeno naturale appartiene ad una sottoclasse degli eventi. La sottoclasse serve a distinguere gli eventi (fenomeni naturali) dagli atti compiuti anche se involontariamente da una

persona. Comunque, per semplicità, parleremo anche di questi ultimi come di eventi: azioni come eventi.

L'azione propriamente detta, quella intenzionale, si caratterizza invece per il fatto di essere eseguita da una persona con una intenzione certificabile; è localizzabile ed avviene in un tempo determinato, ha un effetto. Può essere continua o discontinua. L'azione, nel nostro discorso, coinvolge sia le attività dell'uomo sia quelle eseguite da organizzazioni corporate, purché improntate da una precisa intenzione, cioè finalizzate ad uno scopo che viene espresso in qualche contesto (delibera, circolare, etc.).

Nel caso di un'azione come l'atto di decorare, l'intenzionalità si potrebbe desumere dalla *professione* o dal *ruolo* della persona che la compie nel contesto preso in esame, o dal ruolo dell'organizzazione che la supporta. Tuttavia volendo distinguere tra fatti e descrizioni, sarà genericamente una descrizione a rendere vero l'enunciato che afferma l'intenzionalità dell'atto di decorare. Nel nostro esempio chiameremo *agente* chi esegue la decorazione e *azione* l'atto di decorare il vaso. Dal momento che l'azione intenzionale è sempre riferita all'agente, ne deriva che i vari atti che possono comporre l'azione di decorare sono riferiti all'agente, sia se discontinui ed anche se errati rispetto all'intenzione.

Se dovessimo descrivere le azioni discontinue riferibili allo stesso agente, che si verificano nell'atto di decorare il vaso, dovremmo considerarle come parti e creare un'opportuna ontologia.

È da notare come il concetto di *continuità* di un'azione riferita ad una azione che si interrompe e riprende, non corrisponda a quello di *linearità* che caratterizza il flusso del tempo.

L'effetto di queste azioni sarà un mutamento (in questo caso un mutamento nell'aspetto del vaso), mutamento che non è incluso nell'atto che è una relazione che lega il movimento del corpo dell'agente alla sua mente, ma l'effetto di questo.

Gli attributi dell'azione sono l'agente, l'intervallo di tempo in cui viene eseguita, il luogo, ed altri attributi che possono caratterizzarla. Le relazioni sono di tipo causale, temporale, gerarchico.

*L'agente* è l'individuo o Ente che compie un'azione con l'intenzione di produrre un effetto: si caratterizza quindi per essere portatore di volontà, di desideri, di credenze, di atteggiamenti e quindi di intenzioni nel mentre compie un'azione, ed esiste come agente solo se associato alle sue azioni intenzionali. Queste azioni non appartengono ad una sottoclasse di eventi ed hanno un proprio statuto.

Nell'esempio, il decoratore del vaso è l'agente. Difficile sarebbe supporre che non lo faccia intenzionalmente e vi sarà una descrizione che lo confermerà. L'azione che compie è composta da tanti movimenti primitivi. Nella descrizione, di alcuni di questi non si parlerà. Tuttavia questi atti, sempre riferiti all'agente collasano tutti in un'unica azione: l'atto di decorare l'oggetto da parte dell'agente che ne diviene responsabile.

Tuttavia se il decoratore sfregiasse l'oggetto perché urtato non potrebbe considerarsi agente (e quindi responsabile) perché quell'azione mancherebbe di intenzionalità. Sarà allora l'evento che ha provocato l'urto ad essere descritto e la persona implicata associata come riferimento.

Potrebbe accadere che più decoratori si succedano nel tempo, operando alternativamente su parti diverse del vaso. In questo caso, dato che l'azione è sempre riferita all'agente che la compie dovremmo parlare di azioni distinte e si produrrebbe la situazione di sospensione e ripresa delle azioni. Per ciascuna di queste dovrebbe essere possibile il calcolo dei tempi di esecuzione oppure più semplicemente stabilire la successione delle azioni.

L'agente (persona od Ente) è individuato da un nome, un ruolo, una sede; è in relazione con: le azioni che compie e le loro parti, i loro tempi di esecuzione..... e gli effetti che queste provocano.....

*L'oggetto* è, in questo stadio del ragionamento, qualsiasi individuo o cosa si voglia descrivere o si abbia la necessità di inserire nel nostro discorso. In questo senso può essere un concetto astratto oppure un oggetto fisico. In questo senso anche gli eventi o le azioni possono essere considerati oggetti.

Nel nostro esempio, l'oggetto su cui ruota il discorso è l'entità vaso. Gli attributi tipici di quel vaso: il codice identificativo, la forma, il materiale, le misure, etc. (cioè gli attributi definiti identificativi e permanenti) manterranno gli stessi valori durante il ciclo vitale. Altri attributi muteranno i valori o si aggiungeranno come effetto di azioni o eventi (restauro, codice di classificazione, etc). Gli attributi che hanno valori variabili associano la loro variazione ai tempi con i quali gli eventi od azioni che ne sono la causa si manifestano, e nel caso di azioni anche agli agenti che le compiono.

Lo stato e' l'istantanea di un oggetto in un preciso momento. E' la rappresentazione dell'oggetto, dei valori delle sue proprieta' e del nesso delle sue relazioni in un preciso istante (non siamo ancora sul piano informatico).

Lo stato e' un indicatore delle trasformazioni in atto o dell'evolversi di altro effetto ad un specifico istante o intervallo (ovviamente a seconda delle discretizzazioni temporali adottate). Se lo stato rimane lo stesso per un intervallo di tempo indichera' l'assenza di mutamenti dell'oggetto in quell'intervallo. Lo stato e' una relazione temporale che lega il tempo alle variabili dell'oggetto.

Il tempo e' un continuum lineare totalmente ordinato. Gli elementi del tempo che ci interessa considerare sono intervalli, fra i quali sono definite un numero ben determinato di relazioni che catturano tutti i possibili rapporti tra due intervalli (precede, segue, durante, etc.). Tali relazioni sono definite in base alle relazioni in cui si trovano inizio e fine degli intervalli, secondo la relazione di ordinamento totale.

### **Conclusioni**

Definire le entita' base del discorso, era il primo impegno di questa fase del lavoro. I ragionamenti di DD su azioni ed eventi hanno agevolato il passaggio da una comprensione intuitiva e generica di queste nozioni ad una loro concezione che permettesse di definirli.

Si trattava poi di dare seguito al pensiero di DD sul formalismo logico e l'ontologia di eventi per concretizzare la nostra idea di modello. Qui sono sorte le prime difficolta' in quanto faceva difetto, negli scritti di DD, una esemplificazione sistematica e una (sound) sperimentazione del metodo che ci confortasse sulla sua applicabilita' al modello che proponevamo. In effetti, le finalita' che l'autore si prefiggeva erano altre ed esulavano da questo tipo di problemi.

I saggi di DD hanno infatti il fine di argomentare, partendo da azioni ed eventi individuali ed irripetibili, la tesi di un mondo unificato tra *fisicita' e mente*.

Il discorso e' tutto teso ad uno sbocco: formulare una teoria generale a dimostrazione del fatto che sia gli eventi del mondo fisico che quelli umani sono governati da un meccanismo unico: la relazione causale.

Anche la forma logica individuata risente di questa impostazione. E' quella che permette, utilizzando la metodologia della *parafrasi*, di analizzare il discorso nella sua struttura e nelle sue componenti, e salvaguardandone la semantica adattarlo alla forma logica (quantificazione esistenziale) che esprime al meglio il concetto di implicazione.

Stando cosi' le cose, ed in previsione della produzione di *guidelines*, che costituiscono il secondo passo della metodologia adottata, e' parso difficile poter disporre di una didascalia convincente per l'uso delle *parafrasi* e ancor piu' impegnativo il cimentarsi nella costruzione di una ontologia generale che DD ha solo annunciata come necessaria senza lasciarne una esemplificazione.

Questi motivi, uniti alla necessita' di sperimentare nell'immediato un meccanismo disponibile per calcolare gli eventi e i loro effetti, ci ha indotto, facendo questa volta una scelta "bottom-up", a confrontarci con le ipotesi avanzate da Murray Shanahan [7] nell'ambito della *teoria* del calcolo degli eventi.

### **References**

- [1] ABC, CIDOC, CIRM, <http://metadata.net/harmony/3rd>
- [2] Allen, J.F., *Maintaining knowledge about temporal intervals*, Communications of the ACM, 26, 11, 832-843, November 1983.
- [3] Davidson, D., *Azioni ed Eventi*, Bologna, Il Mulino, 1992.
- [4] Feinberg, J., *Action and Responsibility*, in "Philosophy in America", a cura di M. Black, Ithaca, Cornell University Press, 1965.
- [5] Quine, W.V.O., *Existence and quantification*, in "Fact and existence", Oxford, Basil Blackwell, 1969.
- [6] Chisholm, R., *States of Affairs Again*, *Nous*, 5 (1971), 179-89.
- [7] Shanahan, M., *The Event Calculus Explained*, in *Artificial Intelligence Today*, ed. M.J. Wooldridge and M. Veloso, Lecture Notes in Artificial Intelligence 1600, Springer, 1990, 409-430.

