

Il Metodo ASM

Metodo ASM (1)

- Il metodo basato sulle Abstract State Machine (ASM) permette lo sviluppo
 - **rigoroso** e **formale**
 - di sistemi software, ad elaborazione
 - sequenziale
 - parallela
 - distribuita

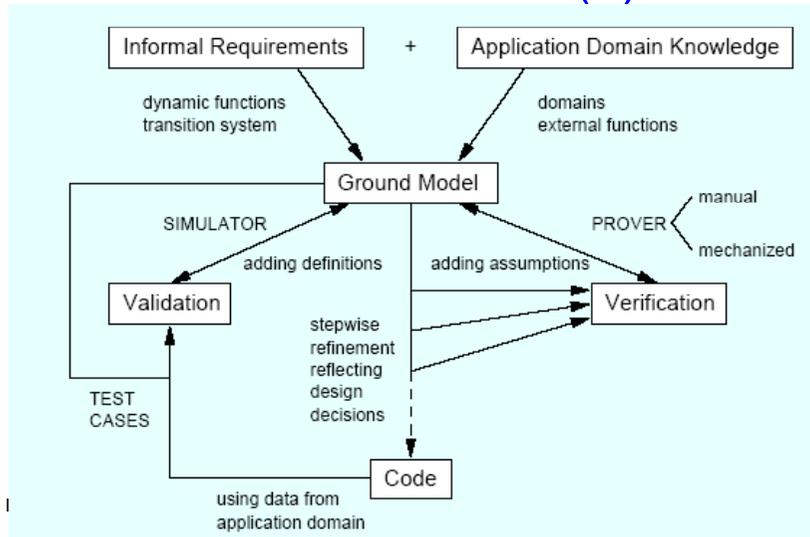
Metodo ASM (2)

- È un metodo **pratico** di progettazione:
 - Formalizzare i requisiti in un ground model
 - Implementare il ground model con raffinamenti successivi, ottenendo una **gerarchia di modelli intermedi** (strutturazione verticale)
 - Strutturare e costruire il sistema **orizzontalmente**

Obiettivo

- Definire un framework concettuale **semplice** e **preciso** per supportare e integrare
 - le principali attività di sviluppo sw
 - le principali tecniche di modellizzazione e analisi

Modelli e Metodi nello sviluppo basato su ASM (1)



Modelli e Metodi nello sviluppo basato su ASM (2)

- Supporto per le attività di
 - Definizione dei requisiti: costruzione del Ground Model (GM)
 - Descrizione rigorosa e concisa del sistema, espressa secondo termini specifici del dominio applicativo, per mezzo di un linguaggio comprensibile da tutte le parti coinvolte
 - Architettura e progetto delle componenti
 - Validazione dei modelli, mediante simulazione
 - Verifica delle proprietà del modello (dimostrazioni)

Il Metodo ASM Documentazione

6

Modelli e Metodi nello sviluppo basato su ASM (3)

- Modellizzazione e analisi sulla base della sistematica separazione degli interessi:
 - Integrando descrizioni
 - Dinamiche (**operazionali**)
 - Statiche (**dichiarative**)
 - Combinando ad ogni livello di dettaglio voluto metodi di:
 - Validazione (simulazione)
 - Verifica (**dimostrazione**)

Ground Model: Scopo (1)

- Descrivere i requisiti del sistema in modo evolutivo, in modo
 - consistente e non ambiguo
 - semplice e conciso
 - astratto e completo
- Il ground model deve risultare **comprensibile** e **verificabile** sia per gli specialisti del dominio applicativo che del dominio tecnologico

Ground Model: Scopo (2)

- Comprensibilità
 - Implica una condivisione del linguaggio con cui il modello è espresso
 - ASM permette di calibrare il livello
- Verificabilità
 - Completezza e consistenza del modello

Ground Model: Caratteristiche (1)

- Permette di rendere noto all'inizio dello sviluppo ciò che il sistema deve fare in forma di definizione matematica
- Tutti gli oggetti del GM (predicati, funzioni, trasformazioni) corrispondono a entità del mondo reale (proprietà, relazioni, processi)
 - Corrispondenza desiderata 1:1

Ground Model: Caratteristiche (2)

- Il GM deve essere **preciso** rispetto al livello di astrazione prescelto e **flessibile**, in modo da poter essere facilmente modificato ed esteso
 - riusabilità
 - adattabile a diversi domini applicativi

Ground Model: Caratteristiche (3)

- Il GM deve essere **semplice** e **conciso** per soddisfare la comprensibilità sia da parte dei progettisti che dei conoscitori del dominio applicativo

Ground Model: Caratteristiche (4)

- Il GM deve essere sufficientemente **astratto** ma **completo**
 - ogni caratteristica semanticamente rilevante deve essere presente

Ground Model: Caratteristiche (5)

- Il GM deve essere **validabile**

Livello di astrazione opportuno

- È il problema principale della definizione del GM
- Il metodo ASM affronta il problema riducendolo a un problema di scelta del linguaggio opportuno per la comunicazione tra dominio applicativo e tecnologico

Il problema del linguaggio

- Il metodo ASM affronta il problema usando solo notazioni per la descrizione dei fenomeni nel mondo reale che fanno riferimento a concetti algoritmici

Creazione del Ground Model (1)

- Per formulare adeguatamente il GM è necessario rispondere alle seguenti domande
 - Quali sono gli **agenti** del sistema e quali relazioni intercorrono tra di essi?
 - In particolare, che relazione sussiste tra il **sistema** e il suo **ambiente**?
 - Quali sono gli **stati** del sistema?
 - Quali sono i **domini** degli oggetti e quali sono le funzioni, predicati e relazioni definiti su di essi? (approccio o.o.)
 - Quali sono le parti **statiche** e quali quelle **dinamiche** (inclusi input e output) degli stati?

Creazione del Ground Model (2)

- Quali sono gli stati del sistema coinvolti dalle **transizioni**?
 - Sotto quali **condizioni** per gli agenti si verificano le transizioni?
 - Quali **effetti** sugli agenti hanno le transizioni?
 - Che cosa si suppone accada quando le condizioni **non sono soddisfatte**?
 - Quali forme di **uso erraneo** devono essere previste e quali meccanismi di gestione delle eccezioni devono essere implementati?
 - Quali sono le caratteristiche di **robustezza** desiderate?
 - Come sono collegate le **azioni interne** agli agenti alle **azioni esterne**?

Creazione del Ground Model (3)

- Chi **inizializza** il sistema e in cosa consiste l'inizializzazione?
 - Che relazione esiste tra l'inizializzazione e l'input?
- Esistono condizioni di terminazione?
 - Se sì, come sono determinate?
 - Che relazione esiste tra la terminazione e l'output?
- La descrizione del sistema è **completa** e **consistente**?
- Quali sono le **assunzioni** relativamente al sistema e quali sono le **proprietà desiderate**?

Esempio: Problema

- Modellizzare il comportamento di un sistema costituito da n ascensori che si muovono lungo m piani

Esempio: Requisiti (1)

- Requisiti espressi in linguaggio naturale:
 - **REQ1**: Ogni ascensore è provvisto di una pulsantiera
 - ogni tasto corrisponde ad un piano
 - premendone uno, il tasto si illumina e l'ascensore si muove verso il piano corrispondente
 - quando l'ascensore raggiunge il piano selezionato si ferma e l'illuminazione del tasto si spegne

Esempio: Requisiti (2)

- **REQ2**: Ogni piano ad eccezione degli estremi è provvisto di due tasti, per prenotare in salita e in discesa
 - premendone uno, il tasto si illumina
 - quando l'ascensore raggiunge il piano si ferma e l'illuminazione del tasto si spegne solo se
 - è diretto nella stessa direzione della prenotazione,
 - oppure se non ci sono prenotazioni pendenti
 - nell'ultimo caso, se sono premuti entrambi i tasti del piano, solo uno di questi perderà l'illuminazione

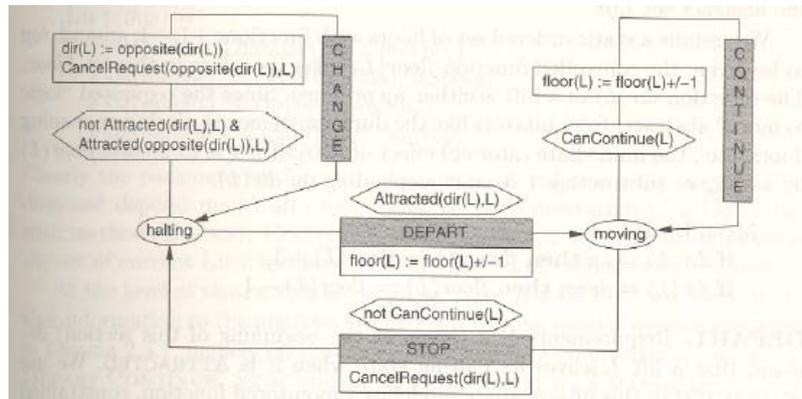
Esempio: Requisiti (3)

- **REQ3**: Se non ci sono prenotazioni, l'ascensore rimane fermo al piano in cui si trova, in attesa che arrivino nuove prenotazioni
- **REQ4**: Sulla pulsantiera c'è anche un tasto che, se premuto,
 - invia un segnale di allarme
 - pone l'ascensore "fuori servizio"
 - il meccanismo per riportare "in servizio" l'ascensore è esterno al sistema

Esempio: Osservazioni

- Gli ascensori si **muovono** tra un piano e l'altro, oppure si **fermano** ad un piano
 - Per passare dallo stato di movimento a quello di fermata si deve eseguire la regola **stop**
 - Per passare dallo stato di fermata a quello di movimento si deve eseguire la regola **partenza**
 - Dallo stato di movimento si passa ancora allo stato di movimento se in prossimità di un piano senza prenotazioni/chiamate
 - Dallo stato di fermata è possibile anche **cambiare direzione**
 - Assumiamo che il sistema sia inizializzato con gli ascensori **fermi** al **piano 0** e diretti verso l'**alto**

Esempio: FSM del GM (1)



Esempio: GM (2)

- Esecuzioni non vuote del FSM di ground model hanno la forma

$(DEPART\ CONTINUE^*\ STOP)^+$
 $(CHANGE(DEPART\ CONTINUE^*\ STOP)^*)^*$

Raffinamenti

Raffinamento per passi successivi

- E' il secondo blocco concettuale usato nell'applicazione del metodo
- Consiste nell'ottenere a partire da una macchina più astratta una sua forma più raffinata (concreta)
- E' applicato iterativamente sino al punto di raffinamento considerato sufficiente dallo sviluppatore

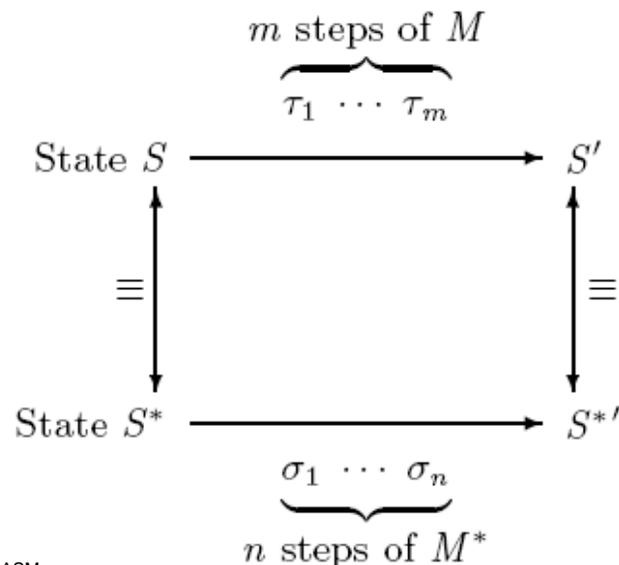
Principio di sostituzione

- La sostituzione di un programma con un altro è accettabile se è **impossibile** per un utente rendersi conto della sostituzione
- Altri metodi applicano lo stesso principio
 - Spesso con varie restrizioni (forme del programma, operazioni sugli stati, interpretazioni sulle relazioni input-output, ...)
 - Queste restrizioni non valgono nel caso del metodo ASM

Schema per il Raffinamento (1)

- Per raffinare una ASM M in una ASM M^* si devono definire:
 - le nozioni di **stato raffinato**; **stati di interesse**; **segmenti di computazione astratta** $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m$, dove i τ_i , rappresentano i singoli step di M e i corrispondenti **segmenti di computazione raffinata** $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ in M^*
 - le **corrispondenze** tra gli stati S di M e gli stati S^* di M^* ,
 - le location di interesse e la relazione di **equivalenza** \equiv dei dati nelle location di interesse

Schema per il Raffinamento (2)



Esempio di Raffinamento (1)

- Dettagliare le transizioni astratte
 - precisando le specifiche dei piani visitati
- E' un raffinamento 1-1:
 - ogni operazione astratta sugli ascensori è sostituita da un'operazione più dettagliata

Esempio di Raffinamento (2)

- Dettagliamo le transizioni, specificando per ognuna il parametro L , che indica l'ascensore a cui la transizione è applicata
- Assumiamo che i piani siano ordinati
- La direzione $dir(L)$ dell'ascensore L può essere **up** oppure **down**

Esempio di Raffinamento (3)

- Sia $floor(L)$ la funzione che indica il piano in cui si trova correntemente l'ascensore L
- Definiamo $MoveLift(L)$ come l'operazione che ha l'effetto immediato di aggiornare il $floor(L)$:

$MoveLift(L) =$

if $dir(L) = up$ then $floor(L) := floor(L) + 1$

if $dir(L) = down$ then $floor(L) := floor(L) - 1$

Esempio di Raffinamento (4)

- Partenza:
 - dai requisiti deriva che un ascensore L abbandona il proprio stato di halt quando è **attirato** da un altro piano
 - Ogni L parte solo in direzione definita da $dir(L)$; un L fermo parte sse è attirato secondo **Attracted** ($dir(L), L$)
 - quindi:

$Depart(L) = \text{if } Attracted(dir(L), L) \text{ then } (MoveLift(L))$

Esempio di Raffinamento (5)

- Continue:
 - è analoga, inoltre se L **CanContinue**, aggiorna $floor(L)$
 - quindi:
- $Continue(L) = \text{if } CanContinue(L) \text{ then } MoveLift(L)$

Esempio di Raffinamento (6)

- Stop:

Stop(L)=

```
if not CanContinue(L)
then CancelRequest(dir(L), L)
```

Esempio di Raffinamento (7)

- Change:

– assumiamo che un ascensore cambi direzione solo se attirato nella direzione **opposta** e se non è attirato secondo dir(L)

```
Change(L)= let d=dir (L) and d'= opposite (dir(L)) in
if not Attracted (d, L) and Attracted (d', L)
then {dir(L):= d', CancelRequest(d',L)}
```

Esempio di Raffinamento (8)

- Si ottiene la seguente ASM:

Lift(this) =

```
FSM(halting, Depart(this), moving)
FSM(moving, Continue(this), moving)
FSM(moving, Stop(this), halting)
FSM(halting, Change(this), halting)
```

- Nota: this suggerisce un'implementazione o.o. della classe Lift, con metodi Depart, Continue,

Stop e Change

Prova

- Esercizio: Si mostri che l'ASM definita precedentemente soddisfa i requisiti dati

Ulteriore Raffinamento (1)

- E' possibile effettuare un ulteriore raffinamento 1:1
 - raffinando i dati (le sentinelle delle regole)
 - raffinando le operazioni (la macro CancelRequest)

Ulteriore Raffinamento (2)

- Osserviamo che le sentinelle possono essere derivate da
 - una funzione interna hasToDeliverAt (L, floor)
 - si suppone che inizialmente restituisca false
 - una funzione esterna existsCallFromTo(floor, dir)
 - si suppone che inizialmente restituisca false
 - è false per le coppie di parametri <ground, down>, <top, up>

Ulteriore Raffinamento (3)

- L deve visitare un piano se si preme il tasto di quel piano nella pulsantiera di L
 - Quindi
- HasToVisit(L, floor) \iff hasToDeliverAt (L, floor)
- or
- esiste dir t.c. existsCallFromTo(floor, dir)

Ulteriore Raffinamento (4)

Attracted (d, L) \iff

d=up and esiste f>floor t.c. hasToVisit (L, f), or
d = down and esiste f<floor t.c. hasToVisit (L, f)

CanContinue (L) \iff

Attracted (dir(L), L) and
not hasToDeliverAt(L, floor(L)) and
not existsCallFromTo(floor(L), dir(L))

Ulteriore Raffinamento (5)

Quindi

CancelRequest (d, L) =

hasToDeliverAt(L, floor(L)):=false

existsCallFromTo(floor(L), dir):=false

Prova

La precedente ASM (LIFT) soddisfa i requisiti

Principi per la prova di correttezza del raffinamento

- Obiettivo: mostrare che una implementazione S^* soddisfa una proprietà desiderata P^*
- Passi:
 - costruire un modello astratto S
 - dimostrare che una forma astratta P della proprietà P^* vale secondo un insieme A di appropriate assunzioni su S
 - mostrare che S è raffinato correttamente da S^* e che le A valgono anche in S^*