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

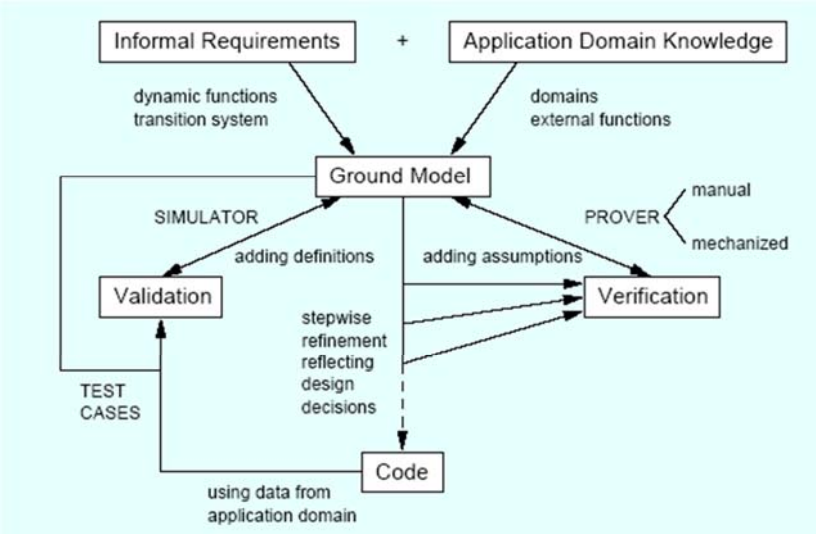
Metodo ASM (2)

- 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)
  - Documentazione

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 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 erroneo 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

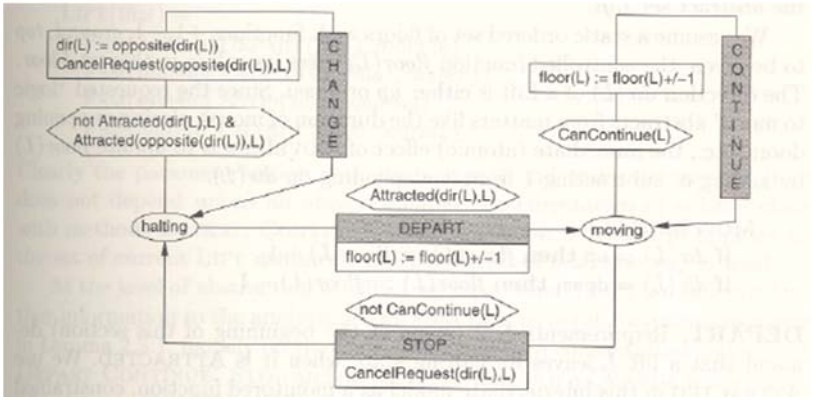
Esempio: Requisiti (3)

- 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

$$(\text{DEPART CONTINUE}^* \text{ STOP})^+$$
$$(\text{CHANGE}(\text{DEPART CONTINUE}^* \text{ STOP})^*)^*$$

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

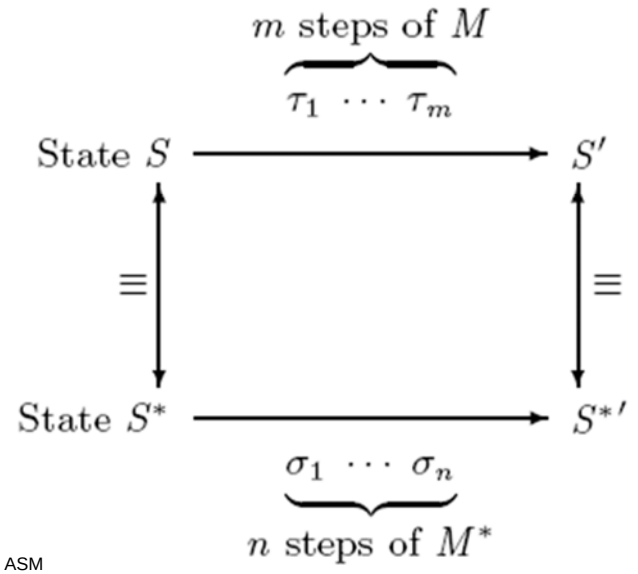
Principio di sostituzione

- 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 $\tau_1, \tau_2, ..., \tau_m$, dove i τ_i, rappresentano i singoli step di M e i corrispondenti segmenti di computazione raffinata $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_n$ 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)= if Attracted(dir(L),L) then (MoveLift(L))

Esempio di Raffinamento (5)

- Continue:
  - è analoga, inoltre se L CanContinue, aggiorna floor(L)
  - quindi:

Continue(L)=if CanContinue(L) 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) <==> hasToDeliverAt (L, floor)

or

esiste dir t.c. existsCallFromTo(floor, dir)

Ulteriore Raffinamento (4)

Attracted (d, L) <==>

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) <==>

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 corrattamente da S* e che le A valgono anche in S*