

Università degli Studi di Verona



Facoltà di Scienze MM. FF. NN.

Corso di Laurea in Informatica



Modellazione concettuale di workflow temporali

Relatore:

Prof. Carlo Combi

Correlatore:

Prof. Giuseppe Pozzi

Laureando:

Matteo Gozzi

Anno Accademico 2002/2003



Sommario



1. I sistemi di workflow
2. Modellazione concettuale di workflow temporali
3. Analisi degli aspetti temporali
4. Confronto con i principali modelli in letteratura
5. Presentazione di un prototipo
6. Conclusioni



1. I sistemi di workflow



I workflow

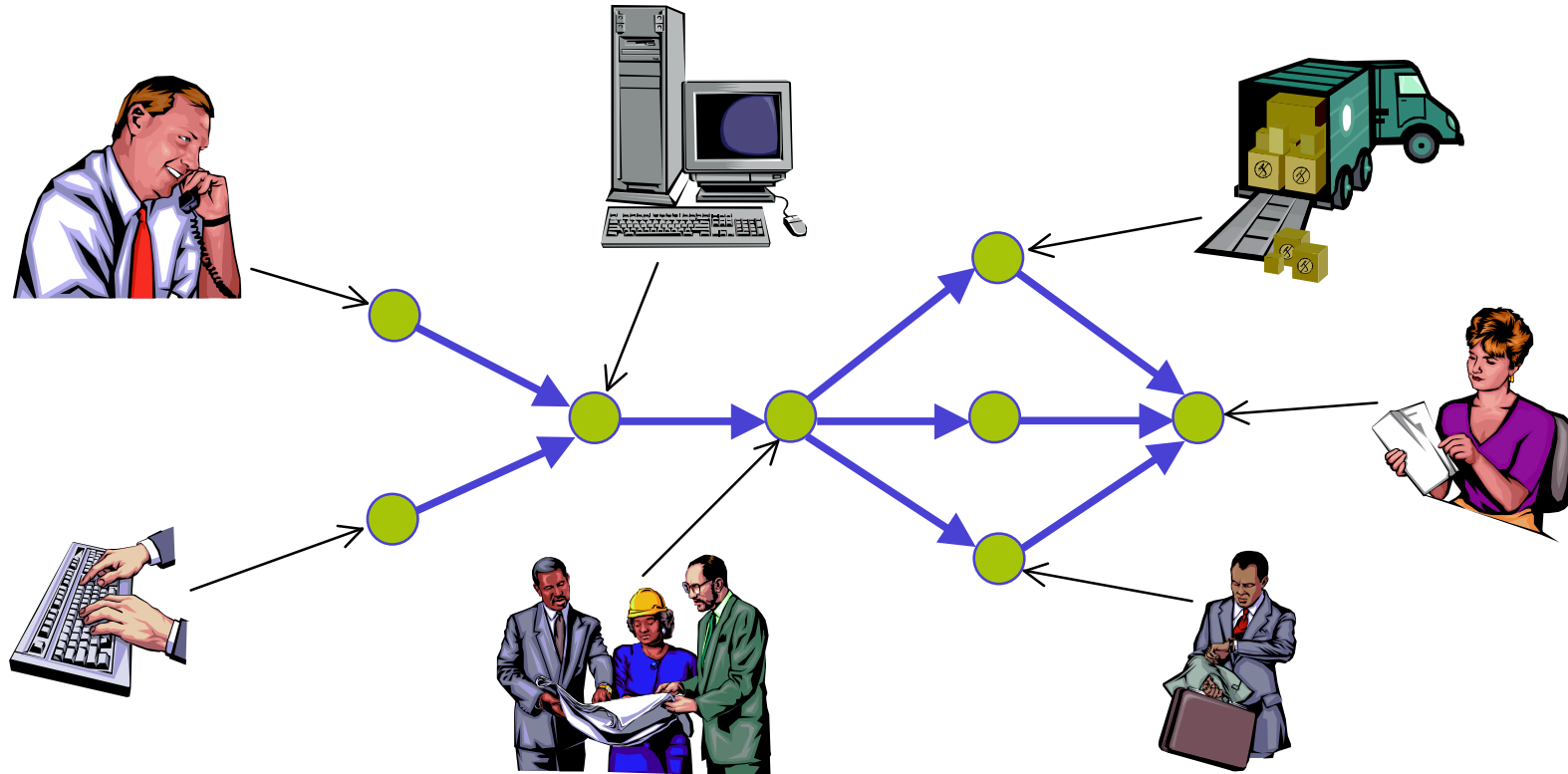


La Workflow Management Coalition (WfMC)
definisce il workflow come:

"L'automazione parziale o totale di un processo aziendale, durante il quale documenti, informazioni o compiti (task) sono scambiati tra i vari agenti per essere eseguiti, rispettando un insieme di norme procedurali."



I workflow



- Task
- Flussi di esecuzione
- Agenti



I workflow management system

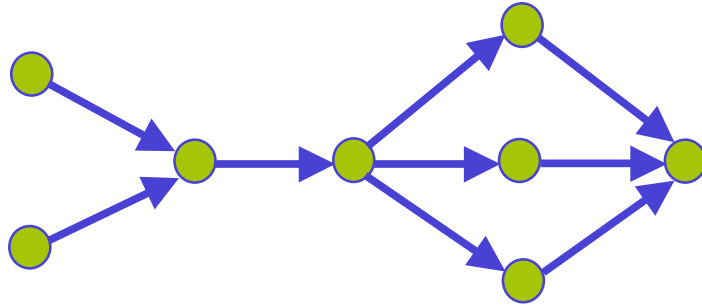


La Workflow Management Coalition (WfMC) definisce i workflow management system come:

"Sistemi che definiscono, creano e gestiscono l'esecuzione di workflow attraverso l'uso di applicazioni software. Essi sono in grado di interpretare gli schemi di workflow, interagire con gli agenti e invocare l'uso di strumenti e applicazioni automatizzate."

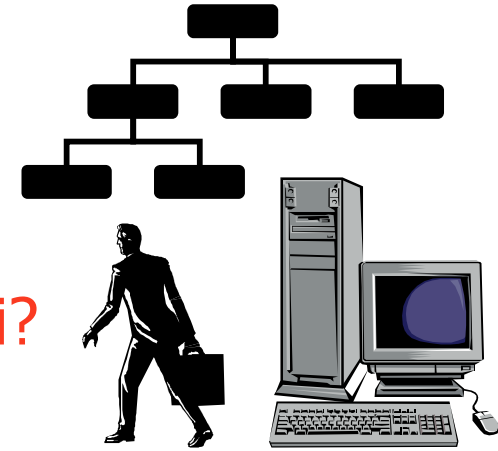


I workflow management system



Che cosa?

Chi?



WfMS

Quando?





L'architettura dei WfMS



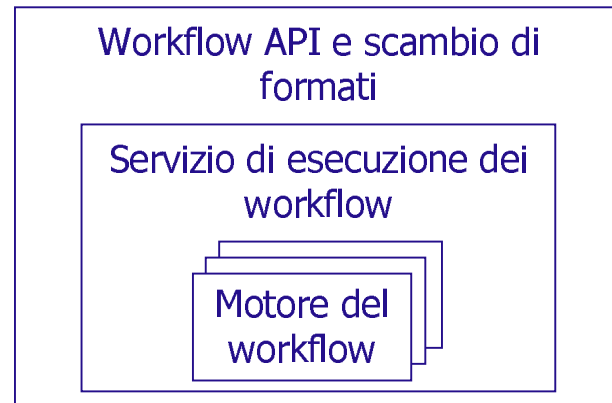
Servizio di esecuzione dei
workflow

Motore del
workflow

- Cuore del WfMS
- Almeno un motore:
è l'ambiente di esecuzione



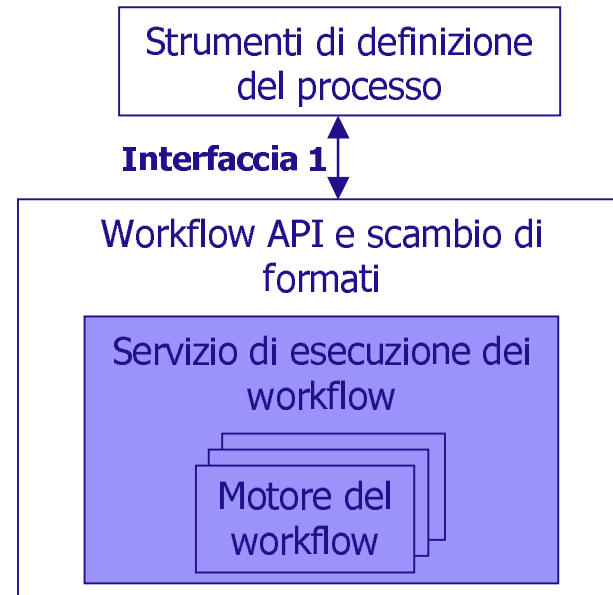
L'architettura dei WfMS



- Insieme di chiamate API (WAPI) che supportano cinque interfacce ad altrettanti moduli esterni



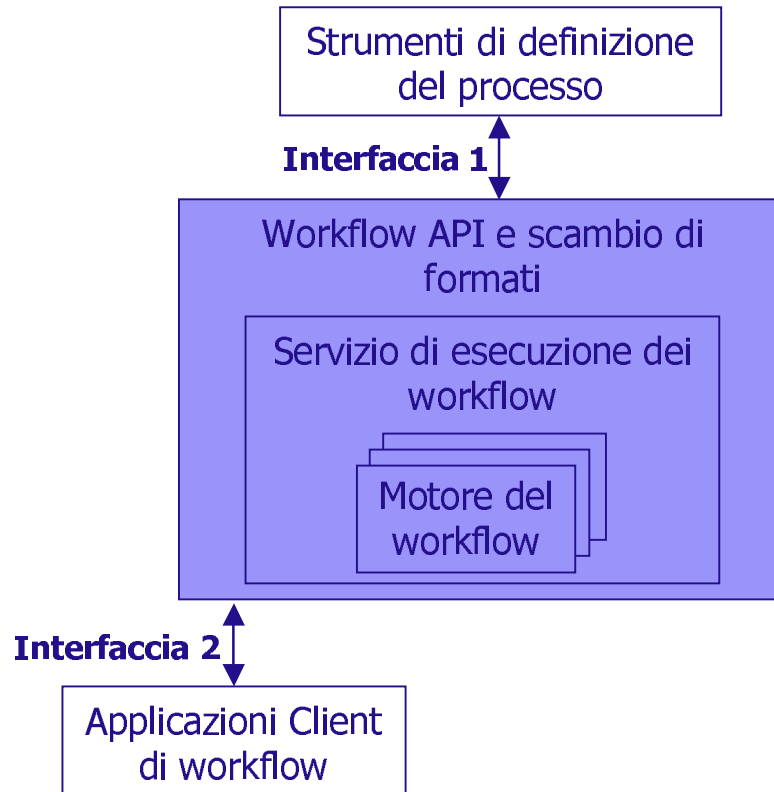
L'architettura dei WfMS



- Strumenti di definizione
- Strumenti di classificazione delle risorse
- Strumenti di analisi



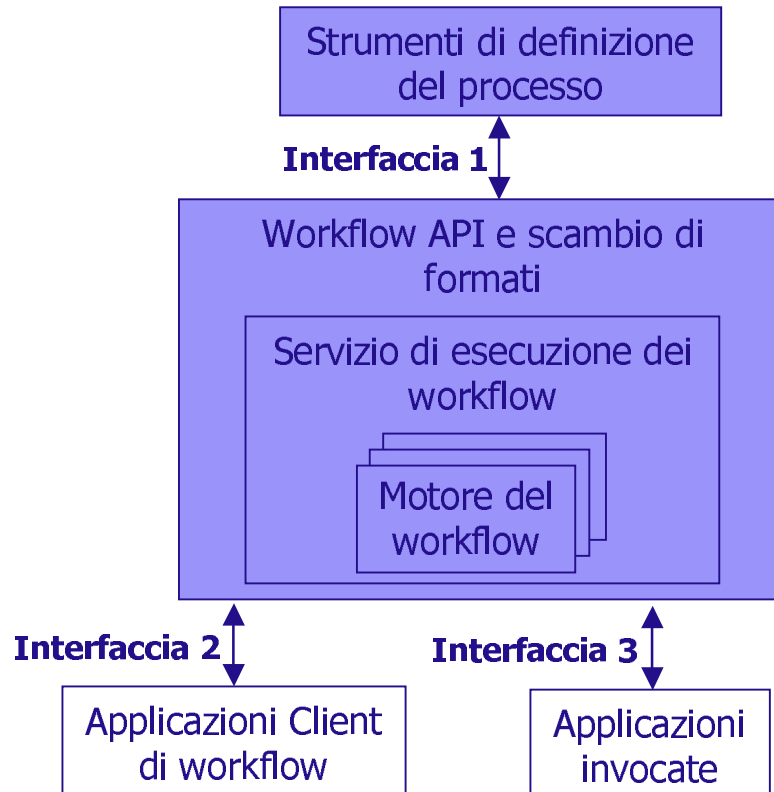
L'architettura dei WfMS



- Eseguite da un agente del workflow
- Permette l'interazione tra agente e sistema



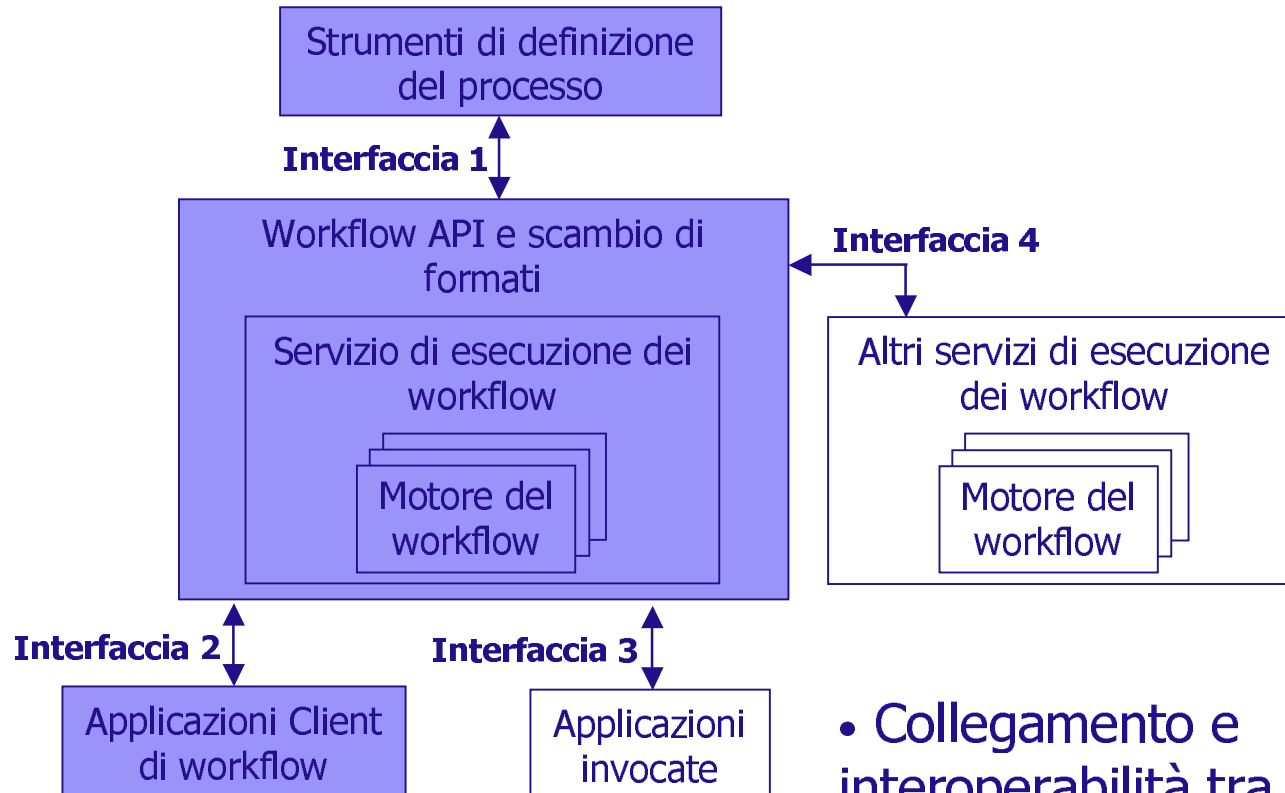
L'architettura dei WfMS



- I task possono invocare l'esecuzione di applicazioni
- I programmi software assumono il ruolo di agenti



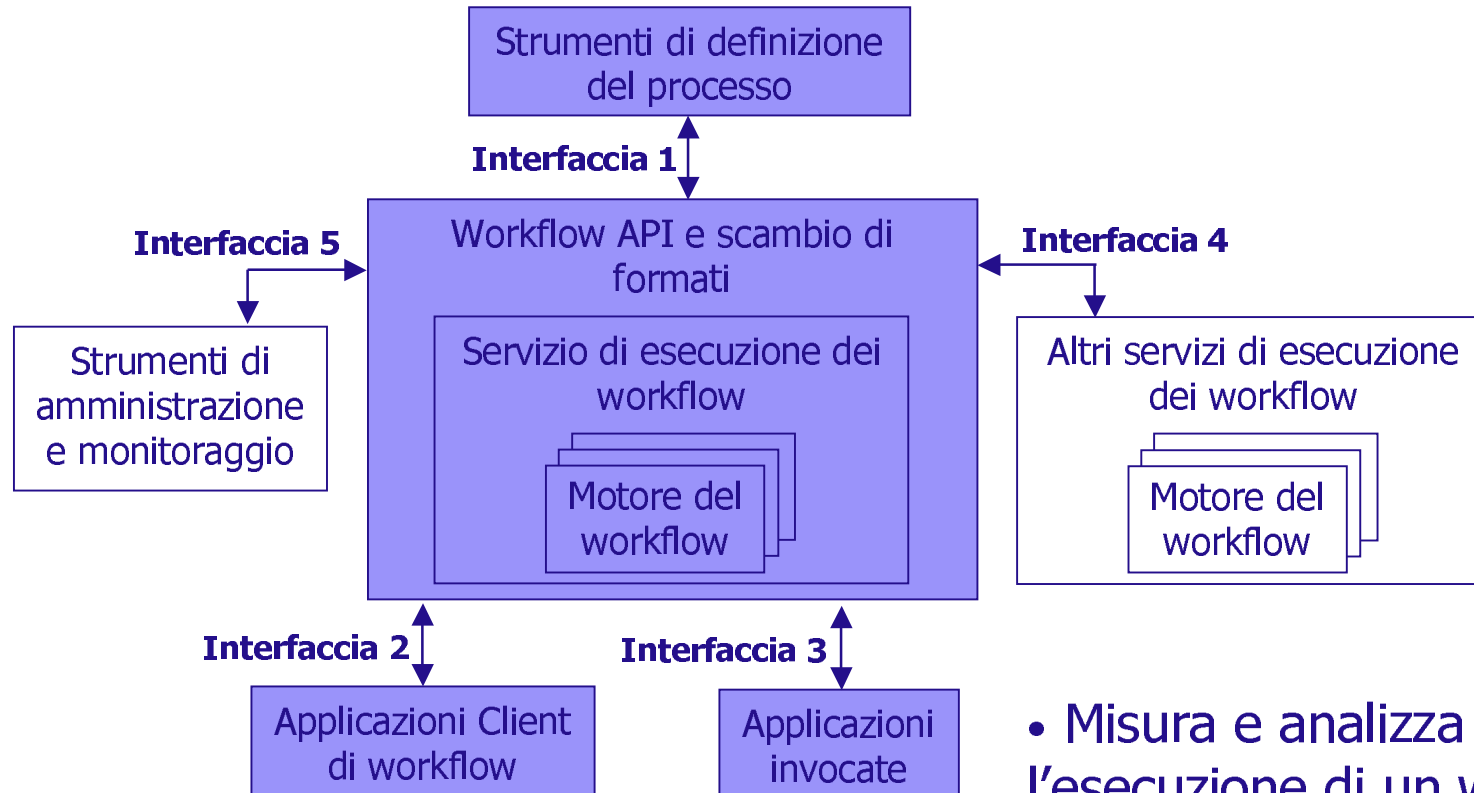
L'architettura dei WfMS



- Collegamento e interoperabilità tra più WfMS
- Distribuzione delle esecuzioni del workflow



L'architettura dei WfMS



- Misura e analizza l'esecuzione di un workflow per poter effettuare dei miglioramenti



Perché usare i WfMS



Benefici tangibili:

- Riduzione dei costi
- Aumento della produttività
- Riduzione del tempo di esecuzione

Benefici non tangibili:

- Miglioramento della qualità dei servizi
- Gestione più efficace delle informazioni
- Maggior supporto alle decisioni e alla pianificazione



Motivazioni per lo studio dei workflow temporali



La capacità di amministrare gli aspetti temporali è fondamentale per la progettazione e il controllo delle attività produttive di ogni organizzazione.

Una formalizzazione precisa delle proprietà temporali delle componenti dei processi permette di:

- Perfezionare gli studi sui processi produttivi, per poter incrementare la loro efficienza
- Ridurre le violazioni dei vincoli temporali



L'infrazione dei limiti temporali può aumentare notevolmente il costo dell'intero processo perché richiede l'esecuzione di operazioni straordinarie



Motivazioni per lo studio dei workflow temporali



I WfMS devono fornire un supporto al progettista per ottimizzare la gestione dei processi:

- Nella fase di progettazione:
 - Fornire i formalismi per rappresentare tutti gli aspetti temporali dei processi
 - Verificare la correttezza di tutte le informazioni
- Nella fase di esecuzione:
 - Prevedere e notificare le violazioni dei vincoli temporali
 - Indicare agli agenti l'urgenza dell'esecuzione dei task corrispondenti per poter rispettare tutte le scadenze
- Dopo la conclusione del processo:
 - Fornire una descrizione dettagliata degli aspetti temporali, per ottimizzare le successive esecuzioni



2. Modellazione concettuale di workflow temporali



Modellazione concettuale di workflow temporali



L'obiettivo di un modello concettuale di workflow è quello di produrre delle specifiche ad alto livello indipendenti dai sistemi di gestione di workflow.

Il modello concettuale definisce schemi di workflow.

Lo schema di un workflow descrive il normale comportamento di un processo, identificando:

- Le attività atomiche del processo (task)
- L'ordine della loro esecuzione



Lo schema di un workflow



Lo schema di workflow può essere rappresentato come un grafo diretto, in cui i nodi corrispondono alle attività e gli archi ai flussi di esecuzione delle attività.

Tale grafo, chiamato grafo di workflow, è definito come una sestupla $WG = (N, T, T_S, T_E, O, F)$ tale che:

- N è un insieme finito di nodi
- $T \subseteq N$ è un insieme finito di task
- $T_S \subseteq T$ e $|T_S| = 1$ è l'insieme che contiene lo Startcase
- $T_E \subseteq T$ è un insieme finito di Endcase
- $O \subseteq N$ è un insieme finito di operatori
- $T \cup O = N$
- $F \subset N \times N$ è l'insieme dei flussi di esecuzione

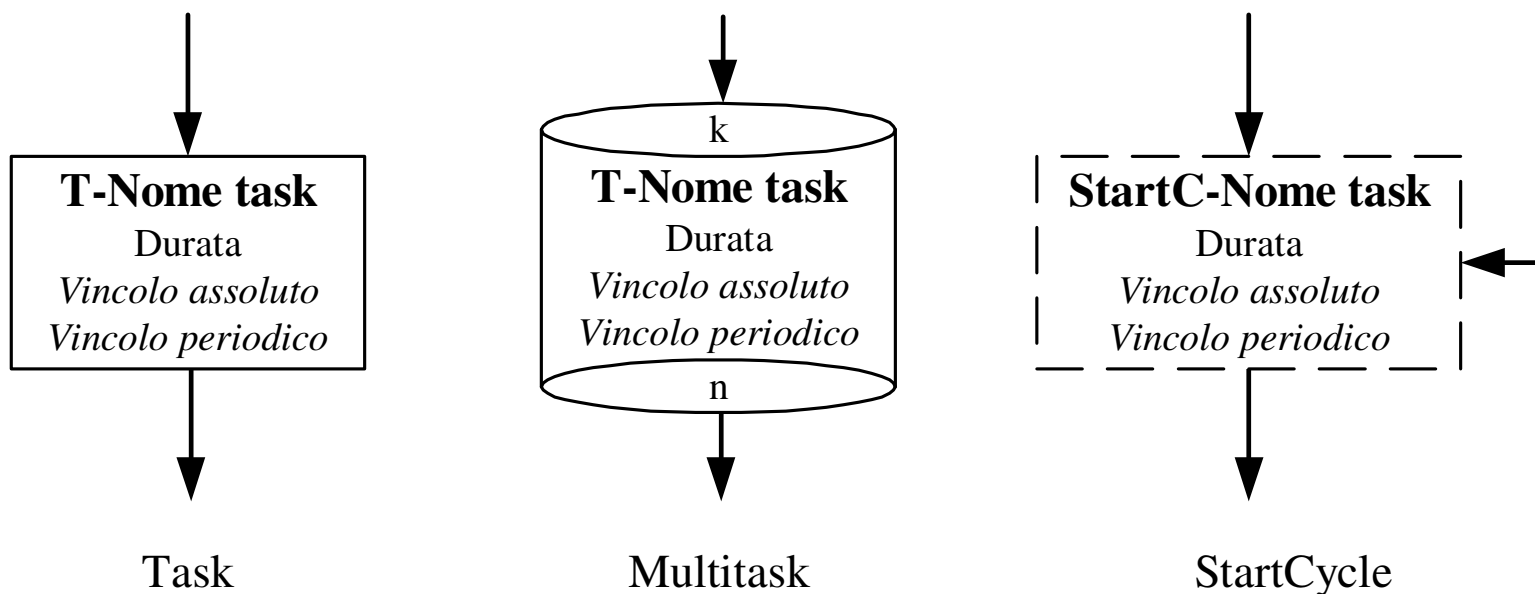


I task



I task sono i passi elementari del lavoro necessario per completare il processo.

Sono operazioni esterne al WfMS e devono essere assegnate agli agenti del workflow, che le devono eseguire.





Gli operatori



Gli operatori sono quelle attività che deve eseguire il WfMS per coordinare correttamente l'esecuzione dei task.

Sono operazioni interne al WfMS e quindi non devono essere assegnate agli agenti del workflow.

La WfMC ha introdotto due tipi di operatori:

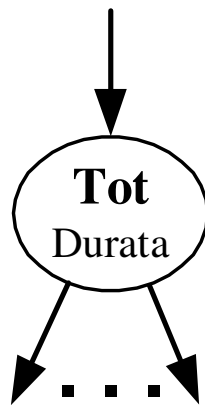
- **Split:** sono le attività che permettono di stabilire l'esecuzione concorrente o esclusiva di diversi cammini del grafo
- **Join:** sono le attività che permettono di riunire diversi cammini del grafo



Gli operatori



Gli operatori di tipo split:



Total



Alternative



Conditional



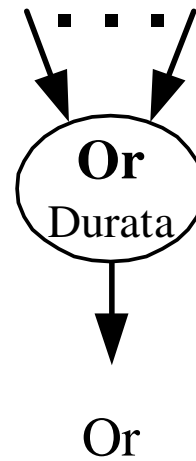
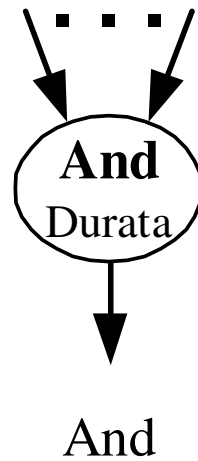
Endcycle



Gli operatori



Gli operatori di tipo join:



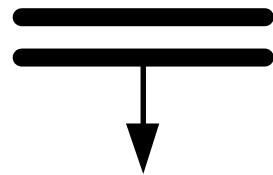


I costrutti di inizio e fine workflow

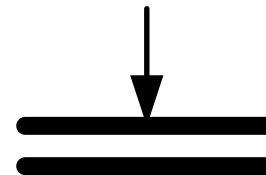


I costrutti di inizio e fine workflow non sono vere e proprie attività, quindi non hanno proprietà temporali.

La loro presenza serve solo per stabilire qual è l'inizio e quali sono le possibili conclusioni del grafo di workflow.



Startcase



Endcase



Le proprietà temporali



- **Durate:**

Per i task e gli operatori, indicano la durata dell'esecuzione per mezzo dell'intervallo: $[DurataMin, DurataMax]$ Granulo

- **Attese:**

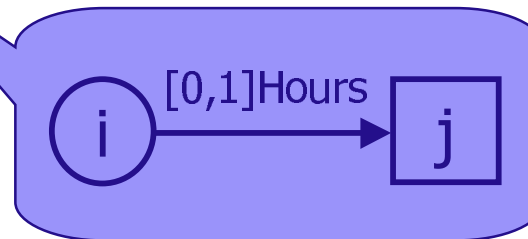
Per gli archi, indicano il tempo che deve correre tra la conclusione di un'attività e l'inizio di un'altra per mezzo dell'intervallo: $[AttesaMin, AttesaMax]$ Granulo

Granulo: definisce un insieme di istanti temporali



- **Vincoli temporali:**

- Vincoli Relativi
- Vincoli Assoluti
- Vincoli Periodici



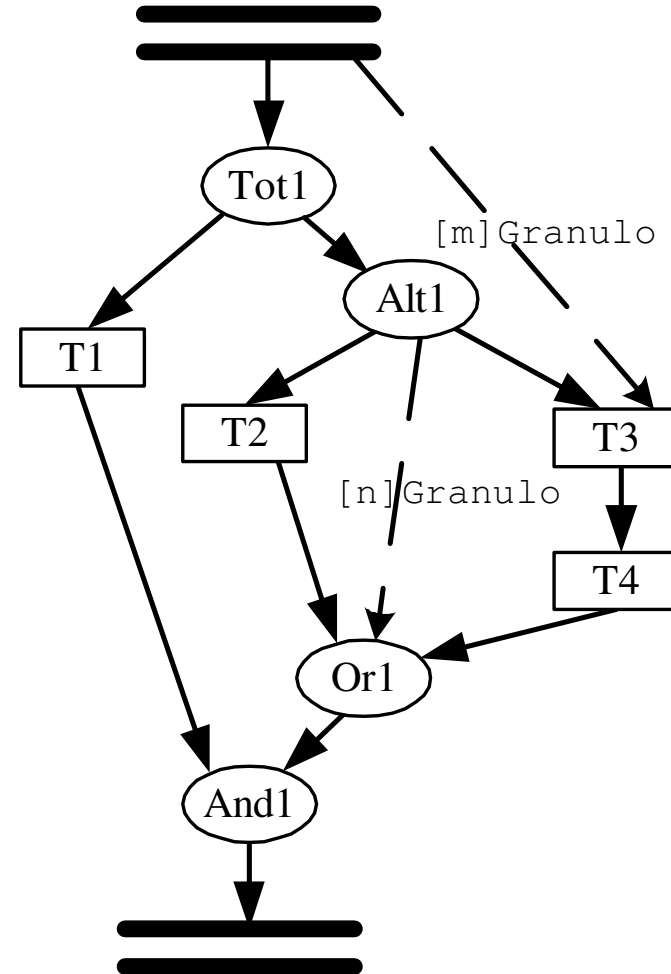


I vincoli relativi



Un vincolo relativo stabilisce un tempo massimo che deve intercorrere tra l'inizio di un'attività e la conclusione di un'altra.

Le due attività coinvolte non devono appartenere a cammini la cui esecuzione è esclusiva.



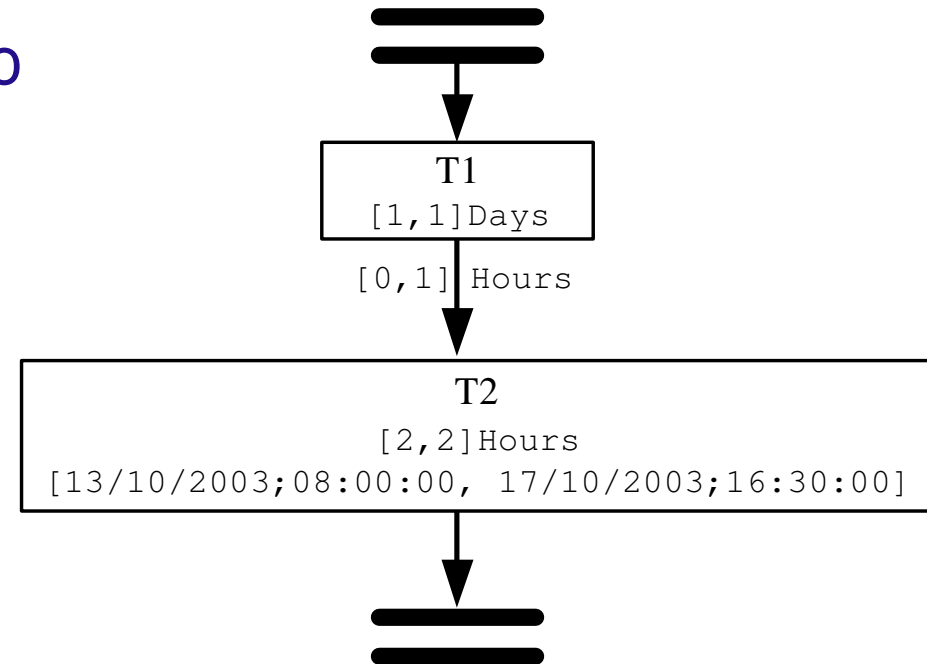


I vincoli assoluti



Un vincolo assoluto è rappresentato da un intervallo che indica il lasso di tempo entro il quale un task può essere eseguito.

Gli estremi di tale intervallo sono espressi in termini assoluti, ovvero sono indipendenti dall'inizio del workflow.



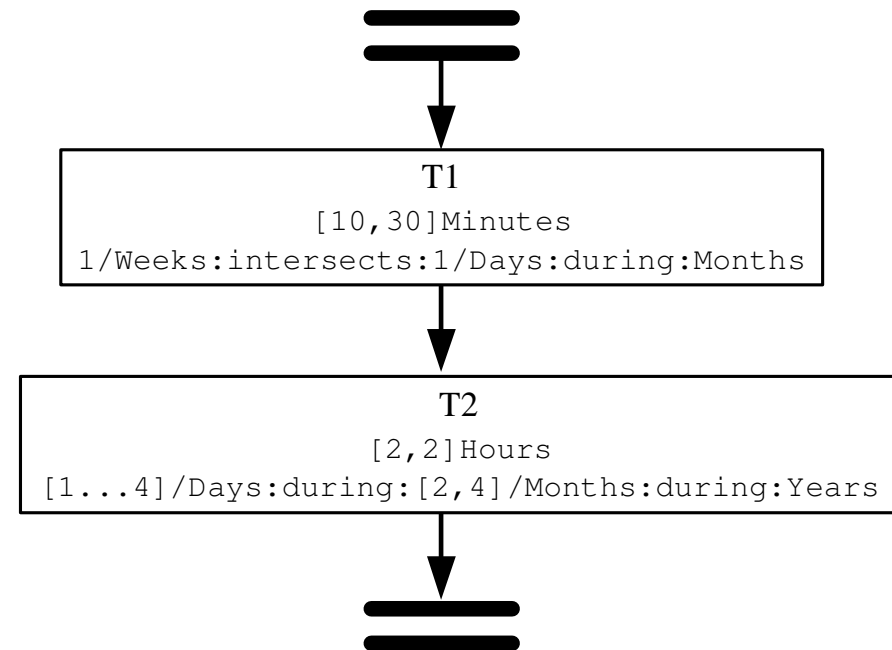


I vincoli periodici



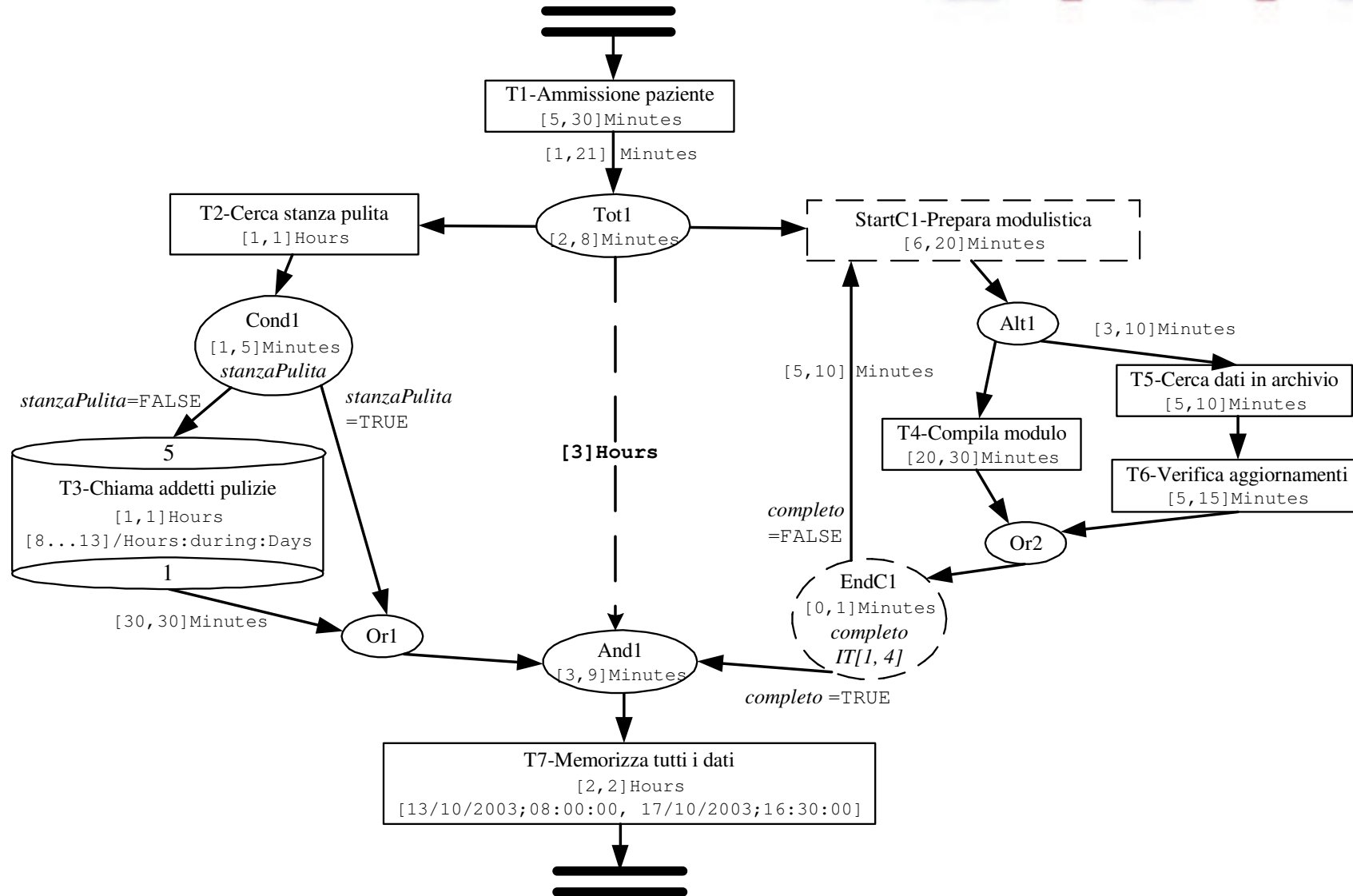
Un vincolo periodico indica un intervallo che si ripete regolarmente entro il quale un task può essere eseguito.

La notazione utilizzata per rappresentare questi intervalli equivale a quella introdotta da Leban (*American National Conference on Artificial Intelligence, 1986*).





Un esempio completo





3. Analisi degli aspetti temporali di schemi di workflow



Analisi temporale di schemi di workflow



Un sistema che interpreta gli schemi di workflow temporali dovrebbe essere in grado di:

- Stabilire a priori la soddisfacibilità dei vincoli temporali nelle possibili esecuzioni del workflow
- Calcolare un intervallo temporale per ogni task che garantisca la soddisfacibilità dei vincoli

Gli algoritmi definiti hanno l'obiettivo di analizzare questi due aspetti dell'analisi temporale di workflow



Analisi temporale di schemi di workflow



É stato dimostrato che gli schemi ottenuti da questo modello concettuale possono essere ricondotti a problemi di tipo STP (Simple Temporal Problem).

Dechter e altri autori (*Artificial Intelligence, 1991*) hanno dimostrato che può essere verificata la consistenza dei problemi STP con algoritmi che hanno complessità polinomiale.

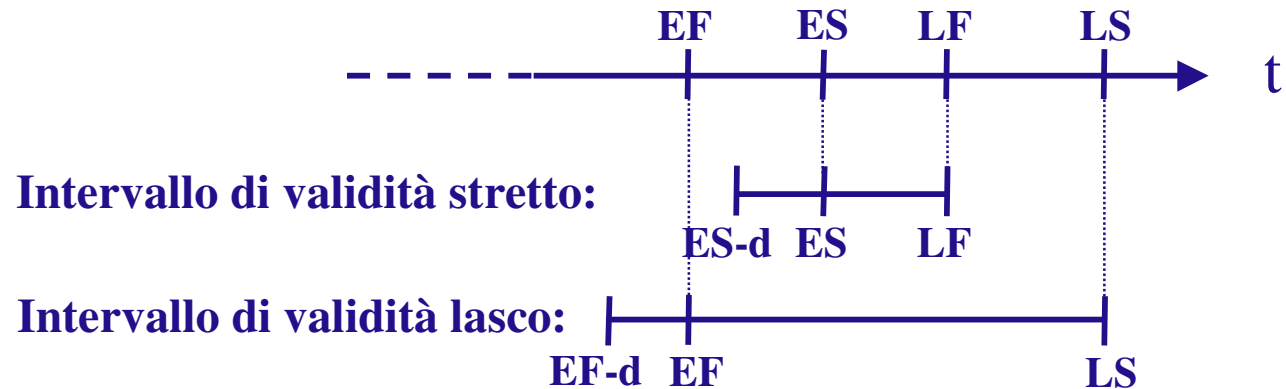
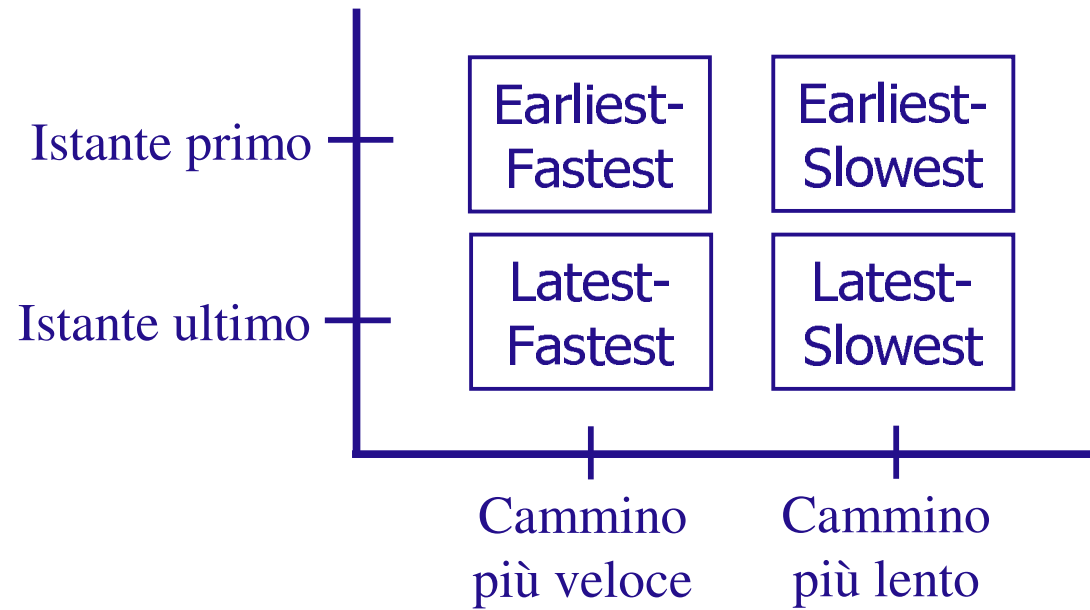


É possibile creare algoritmi polinomiali che permettono di verificare la consistenza degli schemi di workflow



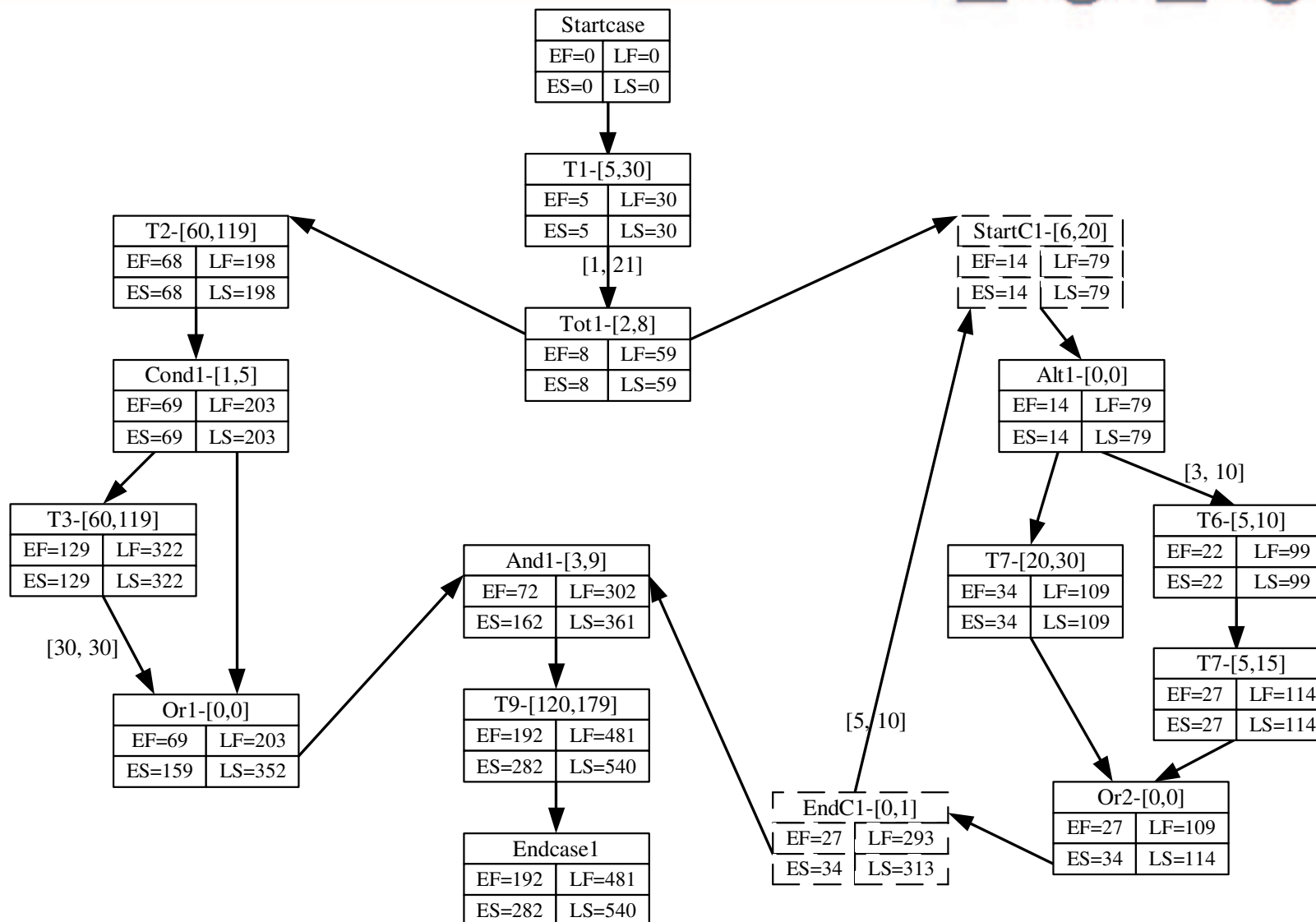


L'algoritmo delle durate





L'algoritmo delle durate





La verifica dei vincoli temporali



- **Non soddisfacibilità:**
Se il vincolo temporale non può essere rispettato da nessuna istanza del workflow
- **Soddisfacibilità parziale:**
Se il vincolo temporale può essere rispettato da almeno un'istanza del workflow
- **Soddisfacibilità totale:**
Se il vincolo temporale può essere rispettato da tutte le istanze del workflow



La verifica dei vincoli assoluti



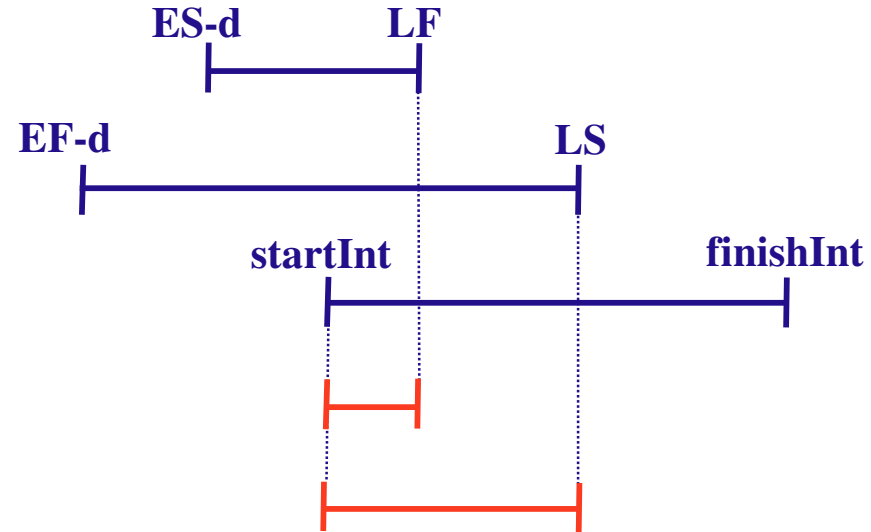
Intervallo di validità stretto (I_S):

Intervallo di validità lasco (I_L):

Intervallo del vincolo assoluto (I_V):

$I_S \wedge I_V$:

$I_L \wedge I_V$:



- Se $|I_L \wedge I_V| < d$ allora il vincolo v è **non soddisfacibile**
- Se $|I_S \wedge I_V| < d < |I_L \wedge I_V|$ allora il vincolo v è **parzialmente soddisfacibile**
- Se $|I_S \wedge I_V| > d$ allora il vincolo v è **totalmente soddisfacibile**



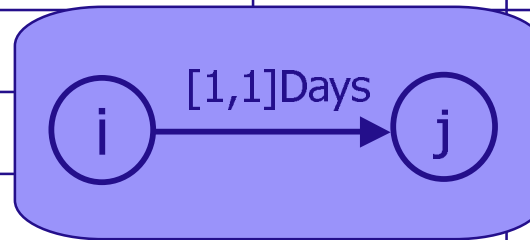
4. Confronto con i principali modelli presenti in letteratura



Confronto con i principali modelli presenti in letteratura



	Eder et al.	Marjanovic et al.	Bettini et al.	IL NOSTRO MODELLO
Intervalli per le durate		X	X	X
Intervalli illimitati			X	
Multigranularità degli intervalli			X	parziale
Ritardi tra le attività			X	X
Rappresentazione operatori			X	X
Durate per gli operatori			X	X
<u>Gestione di cicli complessi</u>				X
Vincoli relativi	solo deadline	X		X
Vincoli assoluti		X		X
<u>Vincoli periodici</u>				X

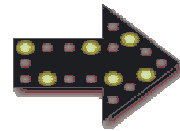
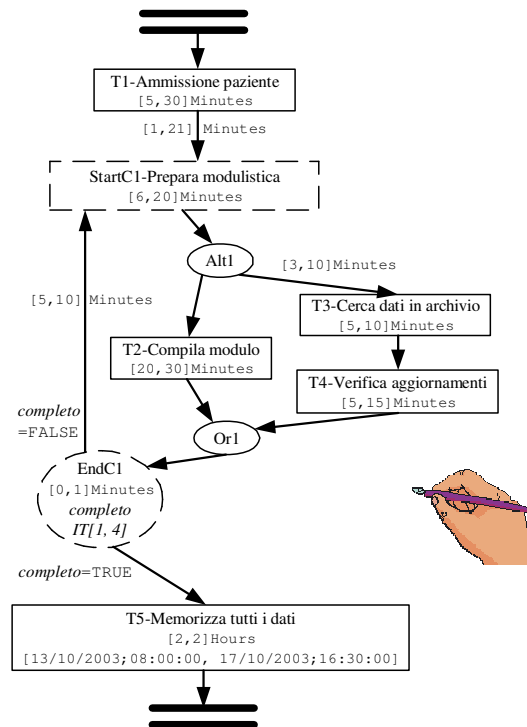




5. Presentazione di un prototipo



Il prototipo Temporal Workflow Analyzer



```
esempio.xml *
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <WorkflowProcess
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
  xsi:noNamespaceSchemaLocation="TWA_WfMC.xsd"
  Name="Accettazione di un paziente">
- <ProcessHeader DurationUnit="m">
  <ValidFrom>17/10/2003 12.49.22</ValidFrom>
  - <TimeEstimation>
    <MinimalWorkingTime>210</MinimalWorkingTime>
    <MaximalWorkingTime>620</MaximalWorkingTime>
  </TimeEstimation>
  </ProcessHeader>
- <Activities>
  - <Activity Id="T1" Name="Ammissione paziente">
    - <SimulationInformation>
      <MinimalDuration>5</MinimalDuration>
      <MaximalDuration>30</MaximalDuration>
    </SimulationInformation>
    <Implementation />
  </Activity>
  - <Activity Id="StartC1" Name="Prepara modulistica">
    - <SimulationInformation>
      <MinimalDuration>6</MinimalDuration>
      <MaximalDuration>20</MaximalDuration>
    </SimulationInformation>
    <Implementation />
  </Activity>
  - <Activity Id="EndC1" Name="EndC1">
    - <SimulationInformation>
      <MinimalDuration>0</MinimalDuration>
      <MaximalDuration>1</MaximalDuration>
    </SimulationInformation>
    - <Route>
      - <Split Type="XOR">
        <Condition>Completo</Condition>
      </Split>
    </Route>
  </Activity>
```



II TWA-Designer



TWA - Designer

File

Workflow name: Accettazione di un paziente

17/10/2003 12.49.22 Minute

Set workflow start date and time Set granularity

START CASE Add new Cancel

END CASE Add new Cancel EndWF1

TASK Add new Modify T7 Cancel T7

OPERATOR Add new Modify Tot1 Cancel Tot1

CYCLE Deadline Minimal number of iterations Maximal number of iterations Add new Modify Cycle 1 Cancel Cycle 1

LINK From EndWF1 to Min waiting Max waiting 0 0 Add new Modify (T7,EndWF1) Cancel (T7,EndWF1)

DISTANCE From start of EndWF1 to finish of StartWF Add new Modify Cancel

TEMPORAL ANALYSIS

```
graph TD; Start(( )) -- "[0, 0]" --> T1[T1-Ammissione paziente [5, 30]]; T1 -- "[1, 21]" --> Tot1((Tot1 [2, 8])); Tot1 -- "[0, 0]" --> T2[T2-Cerca stanza pulita [60, 119]]; Tot1 -- "[0, 0]" --> StartC1[StartC1- [6, 20]]; T2 -- "[0, 0]" --> Cond1((Cond1 [1, 5])); StartC1 -- "[0, 0]" --> Alt1((Alt1 [0, 0])); Cond1 -- "[0, 0]" --> T3[T3-Chiama addetti [60, 119]]; Alt1 -- "[3, 10]" --> T4[T4-Compila doc. [20, 30]]; Alt1 -- "[0, 0]" --> T5[T5-Cerca doc. in archivio [5, 10]]; T3 -- "[0, 0]" --> Or1((Or1 [0, 0])); T4 -- "[0, 0]" --> Or2((Or2 [0, 0])); T5 -- "[0, 0]" --> Or2; Or1 -- "[30, 30]" --> Or2; Or2 -- "[0, 0]" --> EndC1((EndC1 [0, 1])); StartC1 -.-> EndC1; EndC1 -- "[0, 0]" --> And1((And1 [3, 9])); Tot1 -.-> And1; And1 -- "[0, 0]" --> T7[T7-Memorizza tutti i dati [120, 179]]; T7 -- "[0, 0]" --> End(( ))
```




6. Conclusioni



Conclusioni



1. Il modello concettuale qui proposto:
 - Rappresenta rigorosamente gli aspetti temporali dei workflow (durate, ritardi, vincoli temporali)
 - Produce schemi analizzabili da algoritmi polinomiali
2. Gli algoritmi di analisi temporale:
 - Sono in grado di stabilire a priori se il workflow preso in esame può rispettare i propri vincoli temporali in tutte o in almeno una delle sue esecuzioni
3. Il prototipo Temporal Workflow Analyzer:
 - Permette di costruire e analizzare schemi di workflow temporali
 - Traduce gli schemi in documenti XML validi rispetto ad uno schema-XML che estende quello della WfMC

Grazie



**Domande
&
Commenti**