

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΤΟ

RuleML (Rule Markup
Language)

Ι. Χατζηλυγερούδης

Η ανάγκη για κάτι παραπάνω...

- Γνωρίζουμε ότι τα RDF έγγραφα αποτελούν το πρώτο βήμα για την αναπαράσταση γνώσης στον παγκόσμιο ιστό ώστε να εκμεταλλευόμαστε πλήρως τις δυνατότητές του.
- Προέκυψε όμως η ανάγκη για την εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων χρησιμοποιώντας όλη αυτή την πληροφορία του ιστού.
- Έτσι δημιουργήθηκαν διάφορα **συστήματα κανόνων** που παρέχουν ένα φυσικό και ευρέως αποδεκτό μηχανισμό για την αυτοματοποιημένη εξαγωγή συμπερασμάτων με χρήση της τεχνολογίας.

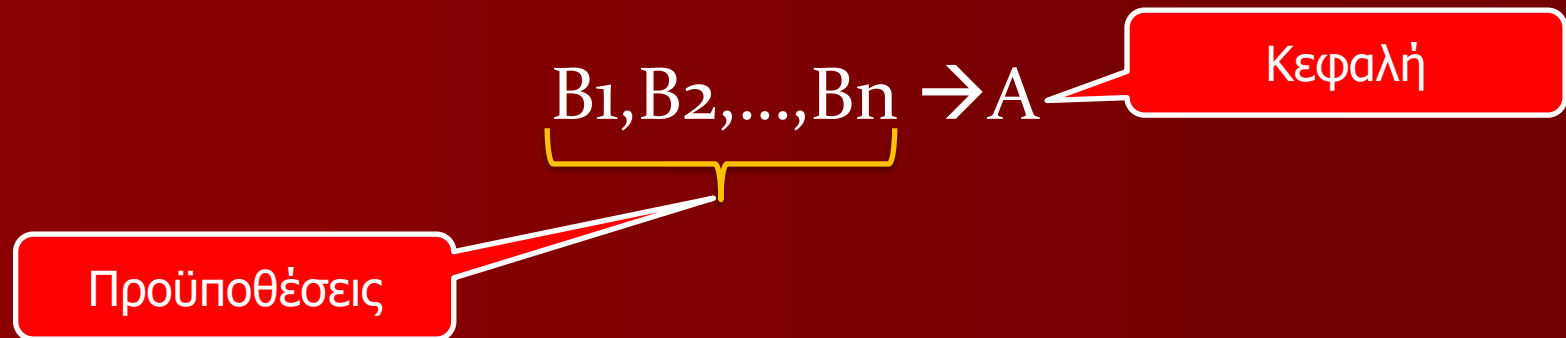
Κανόνες

Υποσύνολο της κατηγορηματικής λογικής με αποδοτικά συστήματα αποδείξεων

Ένα σύστημα αποδείξεων περιλαμβάνει:

- Κανόνες
- Γεγονότα
- Λογικά προγράμματα
- Στόχους

Κανόνες



όπου τα A, B_1, B_2, \dots, B_n είναι ατομικοί τύποι και τα κόμματα $(,)$ αποτελούν συνδετικούς συνδέσμους.

Για παράδειγμα ένας κανόνας θα μπορούσε να είναι:

$\text{Σπουδάζει}(X, \Psi), \text{ΜένειΜόνιμα}(X, Z), \text{Τοποθεσία}(\Psi, A), \text{Τοποθεσία}(Z, A) \rightarrow \text{ΝτόπιοςΦοιτητής}(X)$

Κανόνες

Γεγονότα

Ατομικοί τύποι με εμμέσως καθολικά ποσοτικοποιημένες μεταβλητές

Π.χ. ΝτόπιοςΦοιτητής(Γιώργος)

Λογικό Πρόγραμμα

Πεπερασμένο σύνολο γεγονότων και κανόνων που συμβολίζεται με $\rho I(P)$

Στόχος

$B_1, B_2, \dots, B_n \rightarrow$



Προϋποθέσεις

Ερώτημα που υποβάλλεται σε ένα λογικό πρόγραμμα. Αν n είναι 0 τότε έχουμε κενό στόχο.

RuleML

- Η RuleML είναι μια σημαντική προσπάθεια προτυποποίησης για την σήμανση κανόνων στον Παγκόσμιο Ιστό.
- Δεν είναι μια γλώσσα αλλά πρόκειται στην πραγματικότητα για μια οικογένεια γλωσσών που αντιστοιχούν σε διαφορετικά είδη κανόνων.
- Οι κανόνες αυτοί είναι τα μέσα για την εξαγωγή συμπερασμάτων, την έκφραση περιορισμών, τον προσδιορισμό πολιτικών, την αντίδραση σε συμβάντα και αλλαγές, τον μετασχηματισμό δεδομένων κλπ.
- Πυρήνας της είναι η Datalog → μια λογική Horn χωρίς συναρτήσεις.

RuleML

Η οικογένεια της RuleML παρέχει περιγραφές για τις γλώσσες σήμανσης κανόνων σε XML με τη μορφή σχημάτων XML. Η αναπαράσταση των συστατικών στοιχείων των κανόνων είναι σαφής.

Το βασικό λεξιλόγιο φαίνεται στον διπλανό πίνακα:

Συστατικό στοιχείο κανόνα	RuleML
γεγονός	Asserted Atom
κανόνας	Asserted Implies
κεφαλή	Head
σώμα	Body
άτομο	Atom
σύζευξη	And
κατηγορημα	Rel
σταθερά	Ind
μεταβλητή	var

Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Όροι

Οι όροι σε ένα αρχείο κανόνων RuleML μπορούν να είναι :

- Σταθερές, οπότε περικλείονται σε μια ετικέτα `<ind>`
- Μεταβλητές, οπότε περικλείονται σε μια ετικέτα `<var>`
- Συναρτήσεις, οπότε περιγράφονται από μια ετικέτα `<function_call>`
- Κατηγορήματα, οπότε περιγράφονται από μια ετικέτα `<_opr>`

Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Ατομικές εκφράσεις

Οι ατομικές εκφράσεις περικλείονται σε μια ετικέτα `<atom>`. Για να αναπαραστήσουμε μια ατομική έκφραση, χρειαζόμαστε το κατηγορημα και της παραμέτρους του. Οπότε μια ατομική έκφραση αναπαρίσταται:

- Από μια ετικέτα `<_opr>` για το κατηγορημα και
- Από μια λίστα στοιχείων `<_slot>` αντίστοιχη με τον αριθμό των παραμέτρων. Κάθε `<_slot>` μπορεί να είναι είτε σταθερά, είτε μεταβλητή, είτε συνάρτηση, είτε μια λίστα των προηγούμενων, οπότε χρησιμοποιείται το στοιχείο `<_and>`.

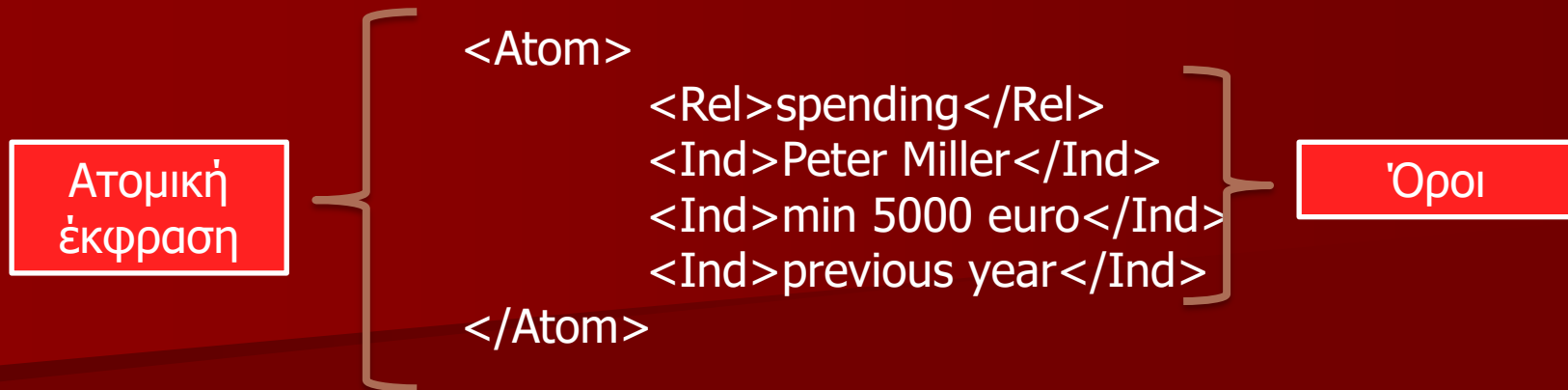
Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Παράδειγμα ατομικής έκφρασης :

Έστω ότι έχουμε την πρόταση :

"Peter Miller's spending has been min 5000 euro in the previous year."

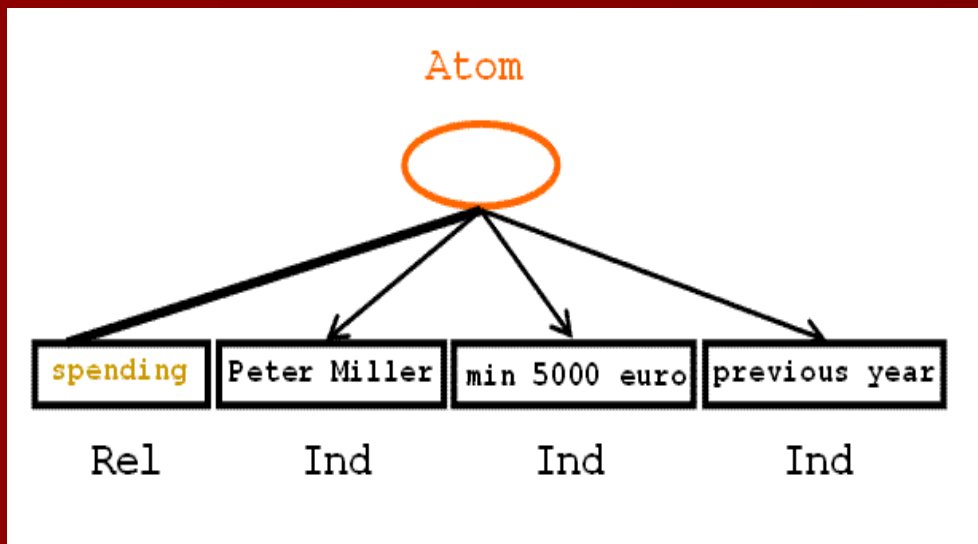
Το πρόγραμμα σε RuleML θα είναι:



Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Παράδειγμα ατομικής έκφρασης :

"Peter Miller's spending has been min 5000 euro in the previous year."



```
<Atom>  
  <Rel>spending</Rel>  
  <Ind>Peter Miller</Ind>  
  <Ind>min 5000 euro</Ind>  
  <Ind>previous year</Ind>  
</Atom>
```

Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Κανόνες

Ένας κανόνας περικλείεται από την ετικέτα `<imp>`. Η κεφαλή ενός κανόνα περικλείεται από την ετικέτα `<_head>`, ενώ το σώμα ή οι προϋποθέσεις (premises) περικλείονται από την ετικέτα `<_body>`. Εάν στο σώμα του κανόνα υπάρχουν παραπάνω από μια ατομικές εκφράσεις, τότε αυτές περικλείονται από την ετικέτα λίστας `<and>`.

Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Παράδειγμα κανόνα :

"A customer is premium if their spending has been min 5000 euro in the previous year."

Το πρόγραμμα σε RuleML θα είναι:

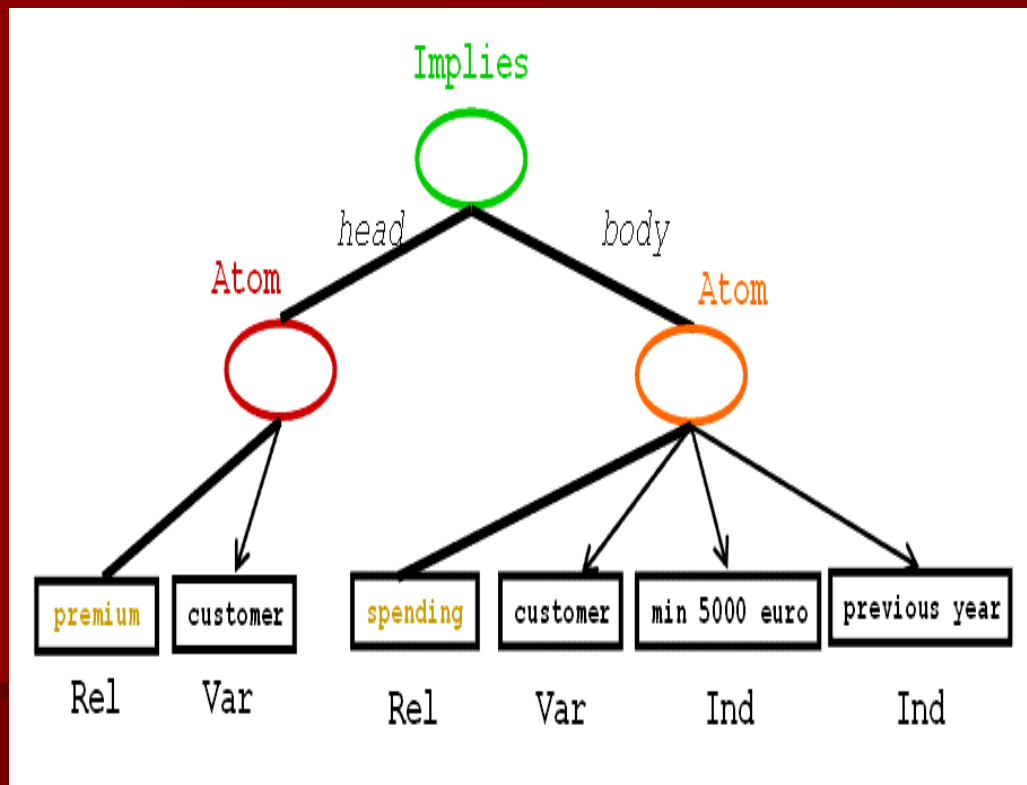
```
<Implies>  
  <head>  
    <Atom>  
      <Rel>premium</Rel>  
      <Var>customer</Var>  
    </Atom>  
  </head>
```

```
<body>  
  <Atom>  
    <Rel>spending</Rel>  
    <Var>customer</Var>  
    <Ind>min 5000 euro</Ind>  
    <Ind>previous year</Ind>  
  </Atom>  
</body>  
</Implies>
```

Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

"A customer is premium if their spending has been min 5000 euro in the previous year."

Spending(customer, min 5000euro, previous year) → premium(customer)



```
<Implies>
  <head>
    <Atom>
      <Rel>premium</Rel>
      <Var>customer</Var>
    </Atom>
  </head>
  <body>
    <Atom>
      <Rel>spending</Rel>
      <Var>customer</Var>
      <Ind>min 5000 euro</Ind>
      <Ind>previous year</Ind>
    </Atom>
  </body>
</Implies>
```

Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

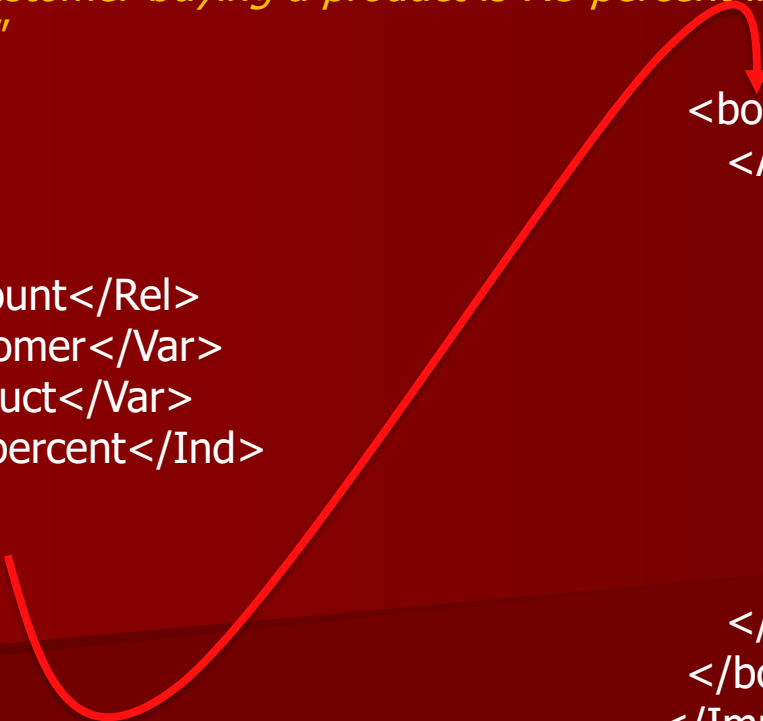
Παράδειγμα κανόνα με χρήση ετικέτας λίστας <and> :

Έστω ότι έχουμε την πρόταση :

"The discount for a customer buying a product is 7.5 percent if the customer is premium and the product is luxury."

```
<Implies>
  <head>
    <Atom>
      <Rel>discount</Rel>
      <Var>customer</Var>
      <Var>product</Var>
      <Ind>7.5 percent</Ind>
    </Atom>
  </head>
```

```
<body>
  <And>
    <Atom>
      <Rel>premium</Rel>
      <Var>customer</Var>
    </Atom>
    <Atom>
      <Rel>luxury</Rel>
      <Var>product</Var>
    </Atom>
  </And>
</body>
</Implies>
```

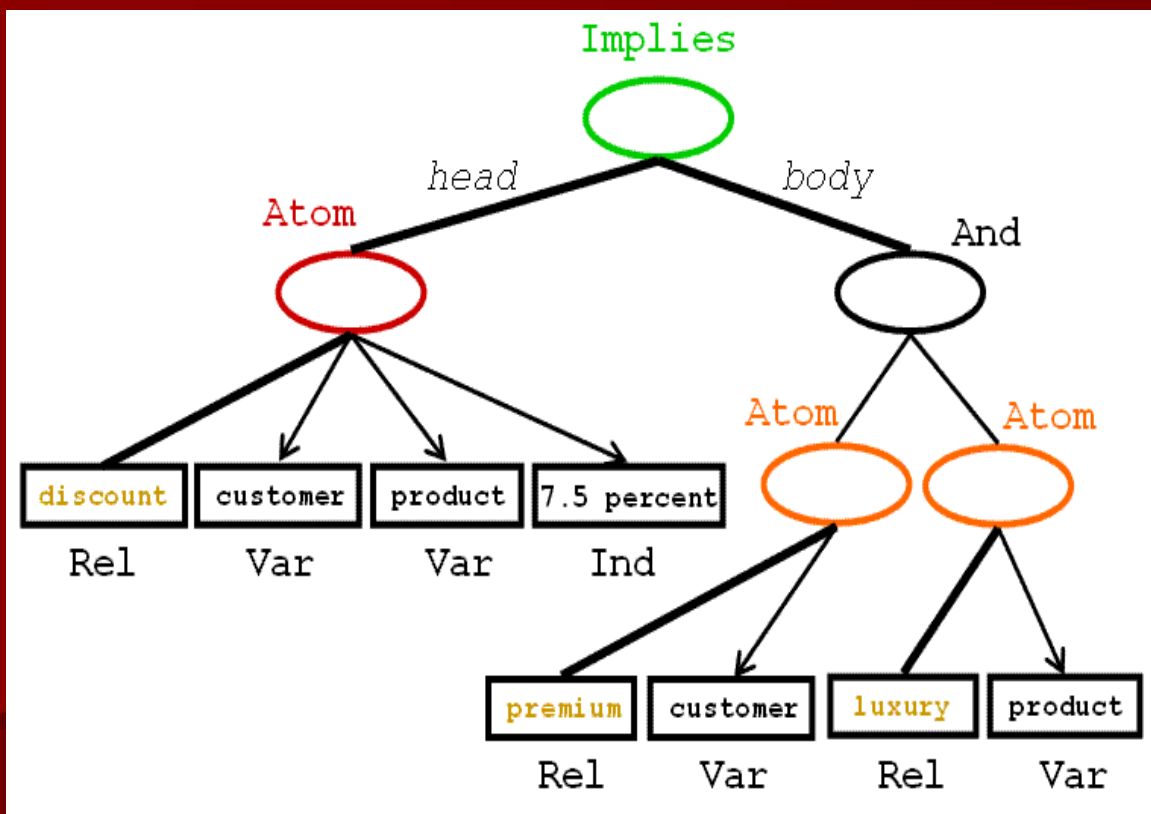


Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Παράδειγμα κανόνα με χρήση ετικέτας λίστας <and> :

"The discount for a customer buying a product is 7.5 percent if the customer is premium and the product is luxury."

Premium(customer),luxury(product) → discount(customer,product,7.5percent)



```
<Implies>
  <head>
    <Atom>
      <Rel>discount</Rel>
      <Var>customer</Var>
      <Var>product</Var>
      <Ind>7.5 percent</Ind>
    </Atom>
  </head>
  <body>
    <And>
      <Atom>
        <Rel>premium</Rel>
        <Var>customer</Var>
      </Atom>
      <Atom>
        <Rel>luxury</Rel>
        <Var>product</Var>
      </Atom>
    </And>
  </body>
</Implies>
```


Αναπαράσταση κανόνων με RuleML

Λογικό πρόγραμμα

Ένα λογικό πρόγραμμα περικλείεται από την ετικέτα `<rulebase>` και περιλαμβάνει όλα τα πιο πάνω δομικά στοιχεία. Κλείνει με χρήση του `</rulebase>`

Παραλλαγές RuleML

Υπάρχουν πολλές παραλλαγές της RuleML. Μερικές από αυτές είναι :

❑ **Object-Oriented RuleML**

(είναι ένας συνδυασμός User-Level ρόλων, URI-Grounded προτάσεων και Order-Sorted όρων)

❑ **Fuzzy RuleML**

(περιλαμβάνει κανόνες που περιέχουν το στοιχείο της αβεβαιότητας με αποτέλεσμα να χρειάζεται ειδικός χειρισμός για να καταλήξουμε σε κάποιο αποτέλεσμα.)

❑ **Reaction RuleML**

(περιλαμβάνει κανόνες που ελέγχουν την «κατάσταση» και προβαίνουν σε κατάλληλους χειρισμούς.)

❑ **Functional RuleML**

(περιλαμβάνει την ύπαρξη συναρτήσεων που μας διευκολύνουν να αποτυπώσουμε σχέσεις και εξαρτήσεις που υπάρχουν.)

Object-Oriented RuleML

Χαρακτηριστικά της OO RuleML είναι ότι :

1. τα slots μοιάζουν με τις κλάσεις και τα instances των κλάσεων. Έτσι έχουμε μια αντικειμενοστραφή προσέγγιση που δίνει την δυνατότητα της κληρονομικότητας μεταξύ των slots.
2. στηρίζει URI ως μοναδικά προσδιοριστικά αντικειμένων (OIDs) για τα γεγονότα και για τους κανόνες.
3. Υποστηρίζει ταξονομίες αντίστοιχες με τις ιεραρχίες κλάσεων.

Fuzzy RuleML

$$reach(R, S) \leftarrow 0.9 - road(R, S) \& south(R, S)$$

which can be represented in our uncertainty extension as

```
<Implies kind="goguen">
  <degree>
    <Data>0.9</Data>
  </degree>
  <head>
    <Atom><op><Rel>reach</Rel></op>
      <Var>R</Var>
      <Var>S</Var>
    </Atom>
  </head>
  <body>
    <And kind="minimum">
      <Atom><op><Rel>road</Rel></op>
        <Var>R</Var>
        <Var>S</Var>
      </Atom>
      <Atom><op><Rel>south</Rel></op>
        <Var>R</Var>
        <Var>S</Var>
      </Atom>
    </And>
  </body>
</Implies>
```

Η κεφαλή του κανόνα

ο βαθμός αβεβαιότητας

Η κεφαλή του κανόνα

Reaction RuleML

Καθορίζει μια σύνταξη για τους reaction rules

- Εισάγει γεγονότα
- Συνδυάζει γεγονότα και action algebra
- Διαθέτει μηνύματα ενημέρωσης
- Παρέχει περιορισμούς ακεραιότητας και μηχανισμούς ελέγχων

Syntax

Core Reaction Rule 0.2 Syntax:

```
<Rule style="active" evaluation="strong">  
<label> <!-- meta data --> </label> <scope> <!-- general scope of rule  
--> </scope>  
<qualification> <!-- qualifications --> </qualification> <oid> <!-- object  
identifier --> </oid>  
<on> <!-- event --> </on>  
<if> <!-- condition --> </if>  
<then> <!-- conclusion --> </then>  
<do> <!-- action --> </do>  
<after> <!-- postcondition --> </after>  
<else> <!-- else conclusion --> </else>  
<elseDo> <!-- else/alternative action --> </elseDo>  
<elseAfter> <!-- else postcondition --> </elseAfter>  
</Rule>
```

Παράδειγμα
σύνταξης:

Υλοποιήσεις RuleML

ΟΟ jDREW, είναι μια μηχανή συλλογισμού για RuleML και ταυτόχρονα μια αντικειμενοστραφής επέκταση του jDREW. Το ΟΟ jDREW εισάγει αντικειμενοστραφείς επεκτάσεις στην RuleML που περιλαμβάνουν:

- Ταξινομημένους τύπους
- Slots
- Προσδιοριστικά αντικειμένων

Το ΟΟ jDREW είναι γραμμένο σε Java.



<http://www.jdrew.org/oojdrew/index.html>

Υλοποιήσεις RuleML



Knowledge Enabled Solutions

Expenses (claim underwriting demo)

Savings and Investments (needs analysis demo)

Pension (advisory demo)

Direct PC Sales (product recommendation and configuration demo)

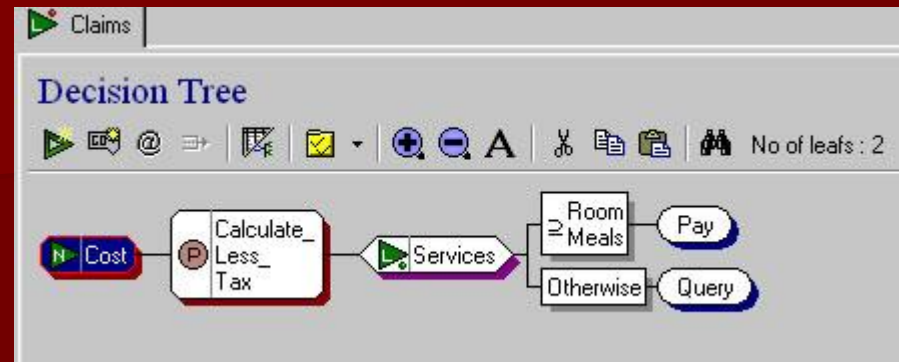
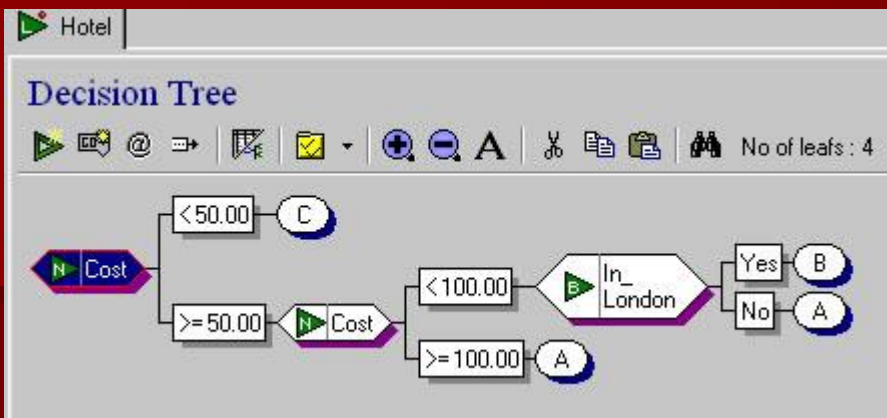
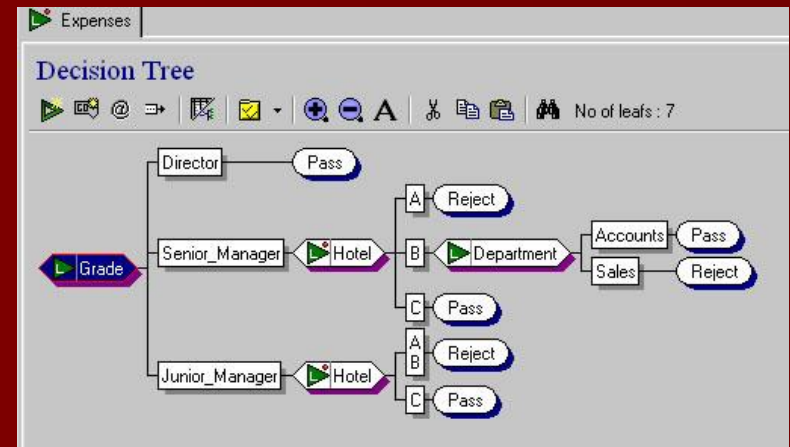
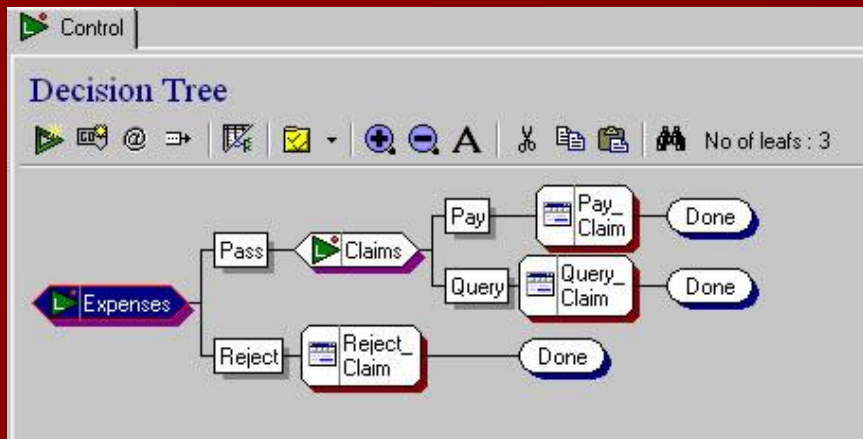
Support (customer eService demo)

Υλοποιήσεις RuleML

XpertRule®

Knowledge Enabled Solutions

Expenses (claim underwriting demo)

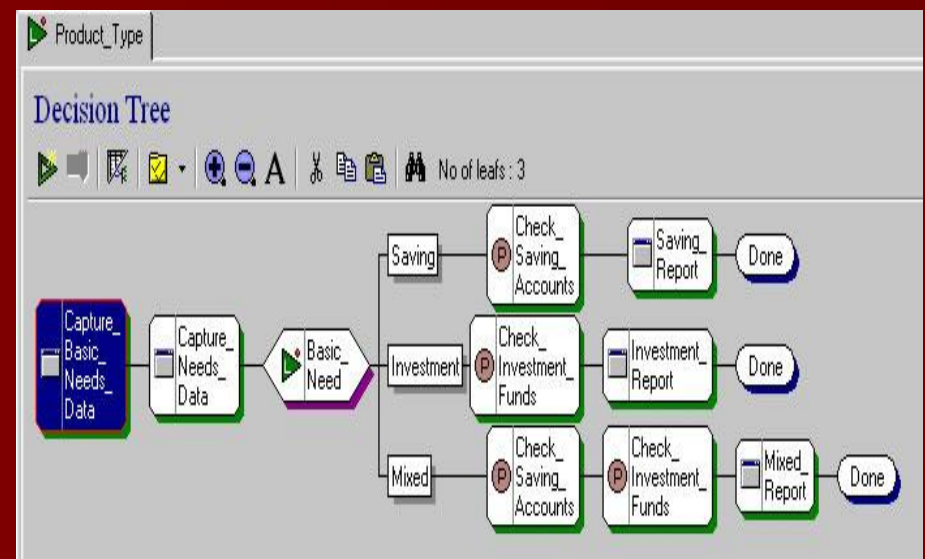
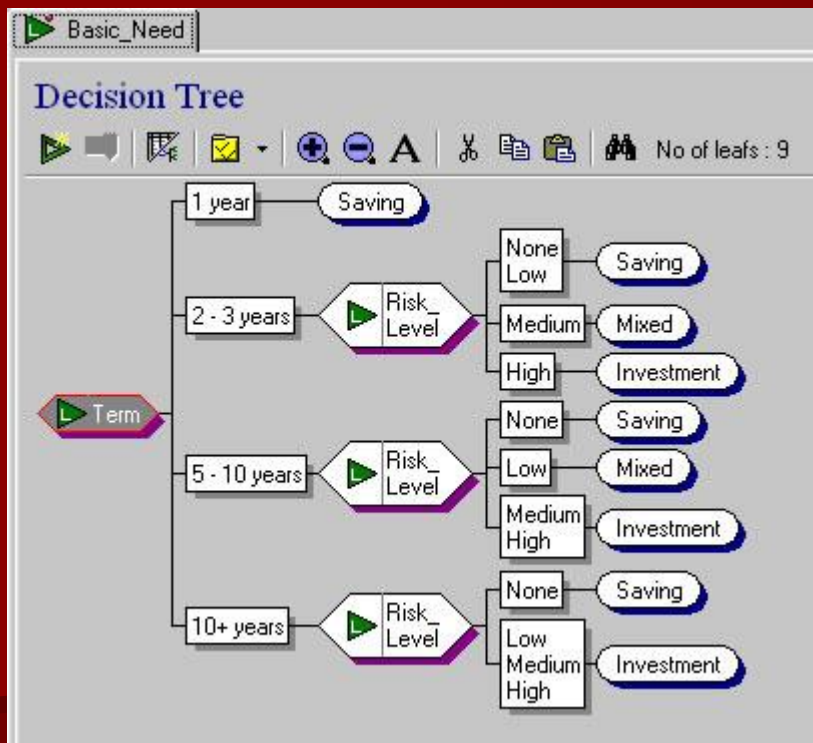


Υλοποιήσεις RuleML

XpertRule®

Knowledge Enabled Solutions

Savings and Investments (needs analysis demo)

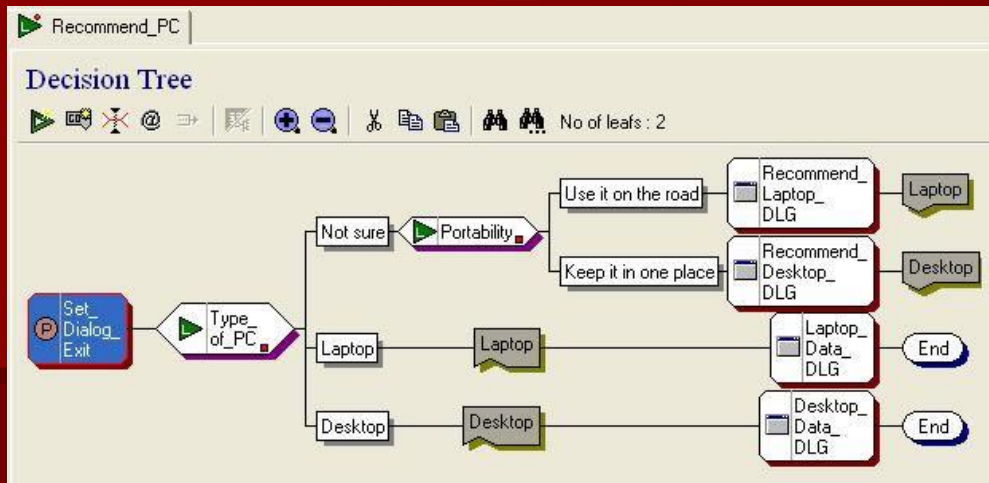


Υλοποιήσεις RuleML

XpertRule®

Knowledge Enabled Solutions

Direct PC Sales (product recommendation and configuration demo)



Desktop_Deals

Cases

	Type_of_Customer	Main_Usage	Desktop_Deals	
1	Personal	*	DV102	
2	Personal	*	DX464	
3	*	Client	DX528	
4	Business	Client	DX656	
5	*	*	DX756	
6	*	*	DP558	
+				

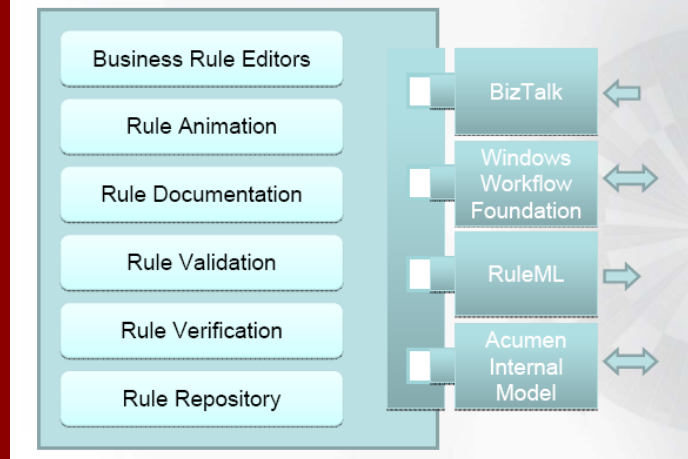
Εργαλεία: Acumen Business Rule Manager



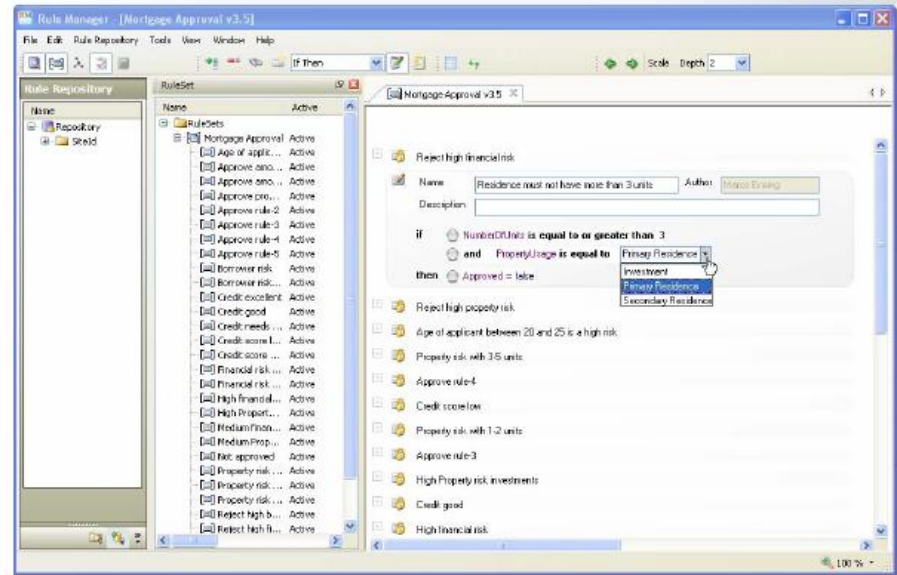
Γραφικό περιβάλλον
για Επιχειρηματικούς Κανόνες
στην RuleML

Εργαλεία: Acumen Business Rule Manager

Rule Manager Components



Rule Manager Graphical User Interface



Εργαλεία: Acumen Business Rule Manager

Rule Editor

young female
if gender is equal to female
and age is less than 20
then age category = young

Name: young male Revert Save Delete

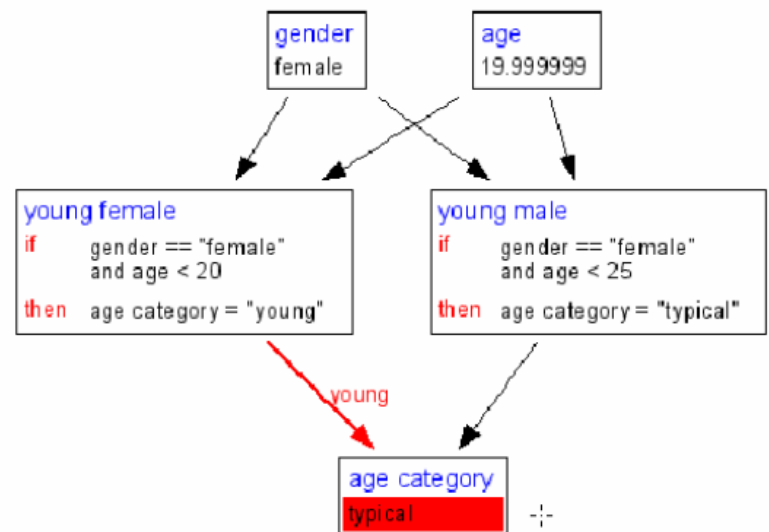
Description:

Priority: 0 Active Active Author: Marco Ensing

if gender is equal to female
 and age is less than 25

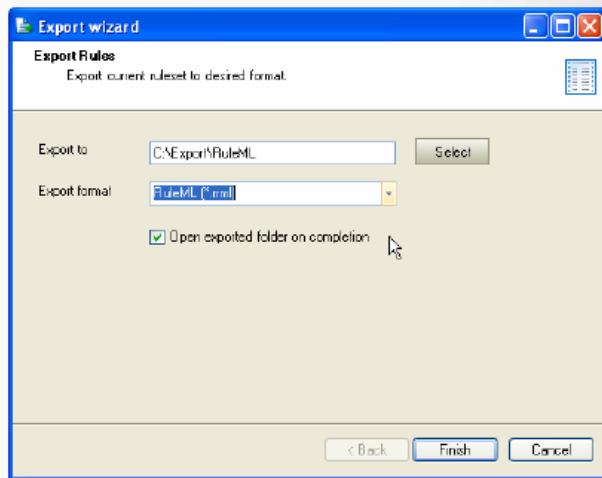
then age category =

Rule Conflict Network



Εργαλεία: Acumen Business Rule Manager

Export wizard



RuleML output

```
Driver Eligibility.rml - Notepad
File Edit Format View Help
</Expr>
</plex>
</label>
<scope>
  <Ind
    uri="#Driver Eligibility" />
  </scope>
  <oid>rule8</oid>
  <if>
    <And>
      <Equal>
        <lhs>
          <Atom>
            <Rel>gender</Rel>
            <Var>Driver</Var>
          </Atom>
        </lhs>
        <rhs>
          <Ind
            type="string">"male"</Ind>
          </rhs>
        </Equal>
      <Atom>
        <Rel>lessthan</Rel>
        <Atom>
          <Rel>age</Rel>
          <Var>Driver</Var>
        </Atom>
        <Ind
          type="int">25</Ind>
        </Atom>
      </And>
    </if>
    <do>
      <Atom>
        <Rel>age category</Rel>
        <Var>Driver</Var>
        <Ind
          type="string">"young"</Ind>
        </Atom>
      </do>
    </Rule>
  </Rulebase>
</RuleML>
```

Χρήσεις Κανόνων RuleML και Εφαρμογές

- διαπραγμάτευση συμβολαίων e-επιχειρείν
- διαπραγμάτευση συναλλαγών ηλεκτρονικού εμπορίου
- δια-εταιρικές επιχειρηματικές πολιτικές
- υποστήριξη αποφάσεων σε ιατρικά θέματα
- κατανεμημένη αναζήτηση
- σε έργα data integration μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν κοινή γλώσσα αντιστοίχισης όρων (vocabulary mapping)
- απομακρυσμένη μάθηση/διδασκαλία
- αυτοματοποιημένη αξιολόγηση περιεχομένων του διαδικτύου.