

La gestion de données sur le Web

Serge Abiteboul
INRIA Saclay & ENS Cachan
LIG, May 2011



Organization

Le Web

Zoom sur la technologie

Tendances

Biais: Le Web est une base de données distribuées

Conclusion

En partie en français

&

Some of the slides in English



S. Abiteboul – INRIA Saclay

Le Web

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE

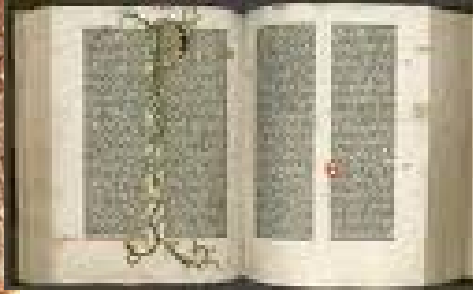


centre de recherche
SACLAY - ÎLE-DE-FRANCE

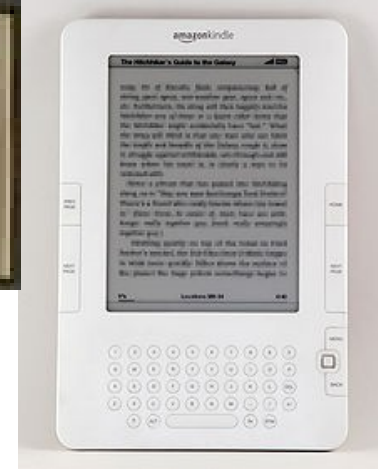
L'accélération de l'histoire



-3500



1450



2000

De la tablette d'argile au Kindle

Révolution industrielle

- Agriculture, la fabrication, le transport
- 18ème et 19ème siècles

Révolution digitale

- **1950**: Informatique
- **1970**: Internet
- **1980**: Email
- **Depuis 1990**: **World Wide Web**, Google, Web 2.0, P2P, social networks – Impact dans tous les domaines

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Les dimensions de l'Internet et du Web

1 milliard d'hôtes (adresses IP)

2 milliards d'utilisateurs (11/09 - 29% population)

Des milliards d'objets communicants

Des centaines de millions de sites Web

Plus de 1000 milliards de pages (9/08)

500 millions d'utilisateurs sur Facebook (7/10)

(Ce serait le 3ème pays de la planète)

Plus de 10 milliards de recherches sur le Web/mois (4/08)

S. Abiteboul – INRIA Saclay



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE



centre de recherche
SACLAY - ÎLE-DE-FRANCE

Success stories sur le Web

Google, Yahoo!, Bing: gestion des pages du Web

Facebook: informations personnelles et communautés

Wikipedia: dictionnaire

Amazon, eBay, Fnac: catalogues de vente sur le Web

YouTube, Dailymotion : vidéos

Quel est leur point commun ?

Twitter: communication, news

Flickr, Picasa, SmugMug: base de données de photos

iTunes, AresGalaxy, Kazaa, Emule, Batanga, BearShare, etc: musique en ligne

Gestion d'information sur le Web

Meetic: fiches individuelles

Wikileaks: secrets d'états

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Le quantitatif : le volume des données

1 octet = 8 bits

1 téraoctet = 10^{12} octets

- 200 téraoctets = tous les livres jamais écrits

1 pétaoctet = 10^{15} octets

- 100 pétaoctet: La quantité de données produites par le "collisionneur de particules" du CERN en une minute

1 exaoctet = 10^{18} octets

- 5 exaoctets = un texte avec tous les mots jamais dits

1 zettaoctet = 10^{21} octets

- **$\frac{1}{2}$ zetta le trafic Internet en 2012 – $0.5 \cdot 10^{21}$**
- 66 zetta: l'information visuelle envoyée au cerveau en une année)

L'univers digital double tous les 18 mois

Source: Cisco Visual Networking Index – Forecast, 2007-2011 - Via Michael Brodie

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Digression

Le Web – *Écueils et promesses*

Economie, santé, culture, gouvernement, sciences, écologie, etc.

Toujours plus de connaissances ?

Toujours trop ?

Fracture numérique



Pour des utilisateurs meilleurs ou pires ?

Is Google making us Stoopid ?

Droit à une vie privée et droit à l'oubli



Web et politique

Anarchie

Démocratie, contre-démocratie

Dictature

Révolution Facebook, Wikileaks, etc.



S. Abiteboul – INRIA Saclay

Zoom rapide sur la technologie :

1. Les bases de données centralisées
2. Le Web et le parallélisme

La gestion d'information « classique »

Un grand succès de l'informatique du 20ème siècle

- Industrie et recherche académique
- Le modèle relationnel : tableaux à deux dimensions sur des **serveurs centralisés**

Technologie des systèmes de gestion de bases de données

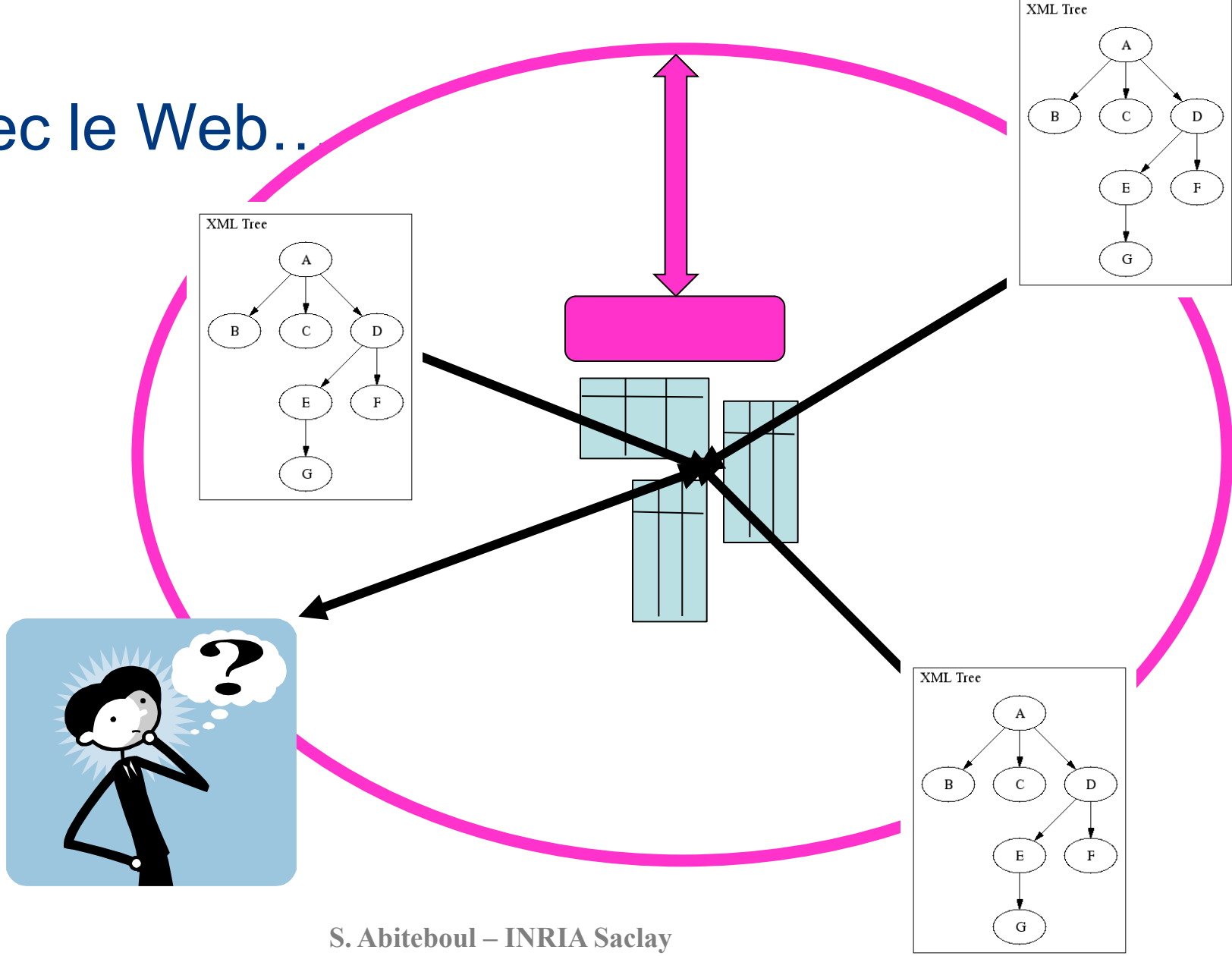
- *Médiateur intelligent*
entre utilisateur & machine
- calcul de prédicats du 1^{er} ordre
- Logique → Algèbre → Optimisation

$$\{ x \mid \exists y (R(x,y) \vee \forall z (S(z) \rightarrow R(z,x))) \}$$

Nom	Père	Sexe
Adam		M
Eve		F
Caïn	Adam	M
Abel	Adam	M...

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Avec le Web...



S. Abiteboul – INRIA Saclay

Ce qui a changé avec le Web

L'information résidait sur des îles avec des formats, des langages de programmation, des applications, des systèmes d'exploitations différents, maintenant

un accès uniforme et universel à l'information

Des standards universels pour échanger des information entre:

- Bases de données, systèmes de fichier, serveurs Web, PC, téléphones intelligents, senseurs, objets communicants, domotique, voitures, jouets, machines outils, etc.
- N'importe quel objet ou logiciel connecté au réseau avec de l'information à partager

Changement de dimensions: Millions de serveurs, téraoctets de données, milliards d'objets communicants

Et surtout parallélisme entre les machines

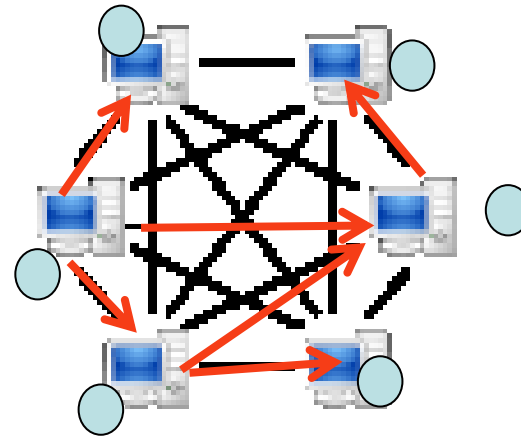
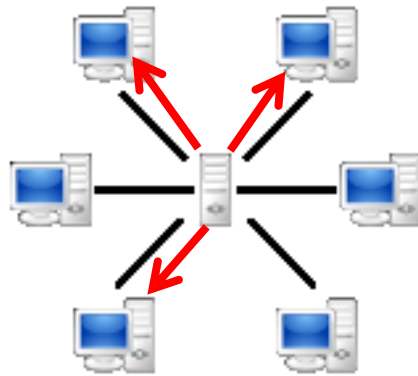
S. Abiteboul – INRIA Saclay

Puissance du parallélisme

Utiliser les ressources du « réseau » sans passer forcément par des serveurs

- Communication: Skype
- Calcul: seti@home
- Stockage: emule

Puissance, etc. nance, etc.



oul -

Parallelism and scaling

Search engine: index and page rank

- Farms of thousands of machines

Cluster technology to scale

- Big Table
- Map reduce

P2P technology to scale

- BitTorrent
- Distributed Hash Table
- Distributed Search Trees

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Tendances

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE



centre de recherche
SACLAY - ÎLE-DE-FRANCE

Tendance: Web sémantique

Publier des connaissances au lieu de publier du texte

Un programme peut utiliser ces connaissances

- Aider l'utilisateur
- On peut poser des questions précises et obtenir des réponses précises

Problèmes durs

- Obtenir ces connaissances
- Extraction: linguistique et multilinguisme

Gordon Brown, 2010 : *Underpinning the digital transformation that we are likely to see over the coming decade is the creation of the next generation of the web - what is called the **semantic web**, or the web of linked data”*

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Tendance – Web 2.0 (juste du buzz ?)

Le Web n'est pas juste fait pour obtenir des données

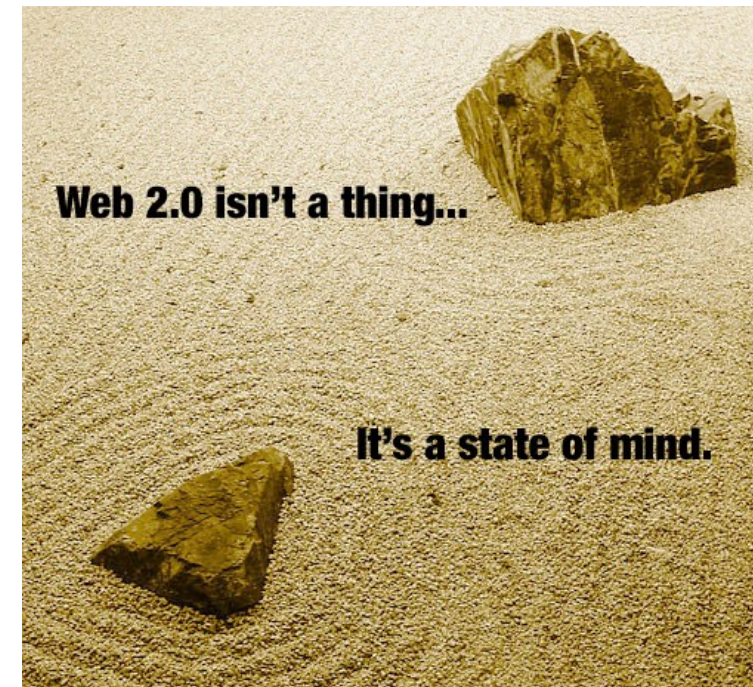
Mot clé: interaction, communauté

Pub: Wiki, Wikipedia, Twitter

Développement d'applications:
mashups

Multimédia

- musique, photos, vidéos...



S. Abiteboul – INRIA Saclay

Tendance – Web 2.0 – les réseaux sociaux

Partage & échange
d'information

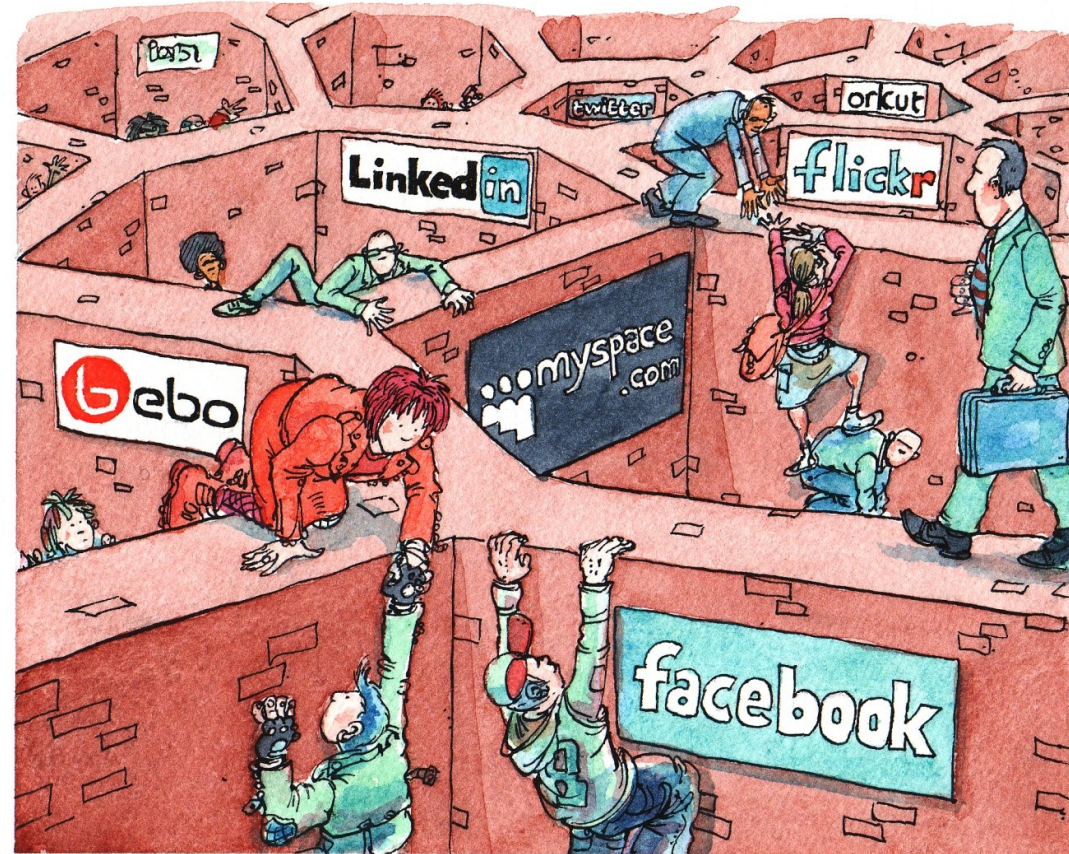
Les jeunes se sont
appropriés le Web
avec Facebook

Bientôt les séniors...

Les entreprises...

Les associations...

Les séniors...



S.A

Tendance – et d'autres

Web des smart phones & mobilité

- Iphone
- Un peu en confrontation avec le « world wide web »
- Les applis payantes deviennent la norme

Web des objets et intelligence ambiante

- De plus en plus d'objets communicants
- Objets avec des étiquettes genre RFID

Web des jeux, du 3D et des mondes virtuels

- World of Warcraft

S. Abiteboul – INRIA Saclay

The Web as a distributed knowledge base

ERC Grant **Webdam** on Web Data Management

Joint work with many colleagues

We live in an ocean of distributed information

Example: Personal dataspace

Devices: laptop, iPhone, backup disk, etc.

Mail & related: inria, contacts, etc.

Web: mozilla sync, etc.

Social networks:

ACL: e.g. friends in

Credentials: e.g., loc

Others: Information shared with my friends, colleagues (e.g., SVN, Web sites)

This is beyond
human expertise

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Motivating example

Alice : get me recent pictures of Bob in parties we were together!

What is going on:

- Find on Facebook who are Alice's friends
- For each answer, say Sue, find where Sue keeps her pictures
- Find the means to access Sue's pictures, perhaps via some friends

Issues: heterogeneity of distribution and access control/security

- Some keep their pictures on servers such as Picasa
- Some put them encrypted in a public DHT
- Some have them on smart phones with a particular social net app
- For some, she may have to prove she has the right to see them
- Etc.

S. Abiteboul – INRIA Saclay

What information are we talking about?

Data: a picture, some music, ...

Metadata: this picture was

Ontologies: Alice's ontolo

Localization: Alice's pictur

Access control: her Faceboo

Security: AliceCachan on Facebo

Annotations: Alice like Elvis's

Beliefs: Alice believes Elvis's

External knowledge: Bob keeps copies of Alice's pictures

Time, provenance and more

All this information is
knowledge and

**The Web is a distributed
knowledge base**

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Examples

Data: picture@alice-iPhone(34434.jpg,09/12/02009,...)

Annotations: tag@delicious.com("wikipedia.org", dictionary)

Localization: where@alice(pictures, Picasa/AliceCachan)

Access rights: right@picasa/smith(pictures, friends, read)

...

Cool – this looks like good old first-order logic

S. Abiteboul – INRIA Saclay



INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE



centre de recherche
SACLAY - ÎLE-DE-FRANCE

Information as logical statements

relation-name@peer-name(data,...,data)

Each information belongs to a **principal**

A physical principal

- alice-laptop, alice-iPhone, picasa, facebook, dht-peer-124, ...
- URL
- Storage & Processing capabilities

A virtual principal

- alice, bob, alice-friends
- URI and some authentication means , e.g. RSA keys
- Relies on peers for storage and processing

S. Abiteboul – INRIA Saclay

The model should cover a wide range of data

E.g., the model should not prescribe any particular architecture for distribution

- Gossiping, DHT, centralized server
- Combination of these
- Based on an abstract notion of localization

E.g., the model should not prescribe how access control is enforced, e.g.:

- Documents in Web servers with access protected by login/password
- Documents protected by cryptographic keys in public sites
- Based on an abstract notion of secret and hint

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Webdamlog [ACM PODS11]

Join work with **Meghyn Bienvenu**, **Alban Galland**, **Emilien Antoine**

And what is their semantics?

Rules

Rules are of the form

$$\$R@\$P(\$U) :- (\text{not}) \$R1@\$P1(\$U1), \dots, (\text{not}) \$Rn@\$Pn(\$Un)$$

where

- $\$R, \R_i are relation terms
- $\$P, \P_i are peer terms
- $\$U, \U_i are tuples of data terms

Where a term is a constant (e.g. alicelphone) or a variable (e.g., \$someiPhone)

Intentional and extensional predicates

Safety condition

- $\$R, \P must appear positively bound in the body
- Each variable in a negative literal, must appear positively bound in body

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Semantics - Intuition

In a state (I, P, Γ) : each peer p has

- Its facts: $I(p)$
- Its rules: $P(p)$
- Some rules that have been delegated to p by some peer q : $\Gamma(p, q)$

Choose randomly some p - **asynchronously**

The facts $I(p)$ and the rules $P(p) \cup (\cup \Gamma(p, q))$ define

- The new facts at p
- The new facts that are sent to each peer q (messages)
- The rules that are delegated to each q

The changes to p and to each q are installed **synchronously**



HOW?

Keep doing that until the end of the world

- Fair sequence: each peer is selected infinitely often

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Different kinds of rules at p

A rule at p is *local* if all its body predicates are from p

Local rules with extensional head

Local rules with local intentional head

Local rules with nonlocal intentional head - view delegation

Nonlocal rules - general delegation

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Local rules at a peer p – intentional head

Head is local intentional $t@p$ – classical notion of idb as in datalog
 $t@p(x,y) :- r@p(x,z), r@p(z,y)$

This is defining a view in the classical sense

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Last local rules at p – view delegation

Head is not local and intentional $t@q$

$t@q(x,y) :- r@p(x,z), r@p(z,y)$

Intuition: we cannot wait until we activate q to find the semantics of $t@q$

this is installing at q (and automatically managing) a materialized view of $r@p$

This is view materialization in a distributed context

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Non local rules at p – general delegation

$t@q(x,y) :- r@p(x,z), r@p'(z,y)$

Suppose that $r@p(1,2)$ holds, then p “installs” at p’ the rule

$t@q(1,y) :- r@p'(2,y)$

Latter if $r@p(1,2)$ does not hold, then p “uninstalls” that rule

A more databasish view

At p: $seed@p'(x,z) :- r@p(x,z)$

view delegation

At p': $t@q(x,y) :- seed@p'(x,z), r@p'(z,y)$

delegation

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Complexity of delegation

At p : $m@q() :- m1@p(\$q), m2@\$q()$

If $m1@p(q1)$, this installs

At $q1$: $m@q() :- m2@q1$

$m1@p(q2)$, $m1@p(q3)$, $m1@p(q4)$, $m1@p(q5)$, etc.

With a single rule, if $m1$ contains 100 000 tuples, this deploys
100 000 rules

- Data complexity is transformed into program complexity

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Examples

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE



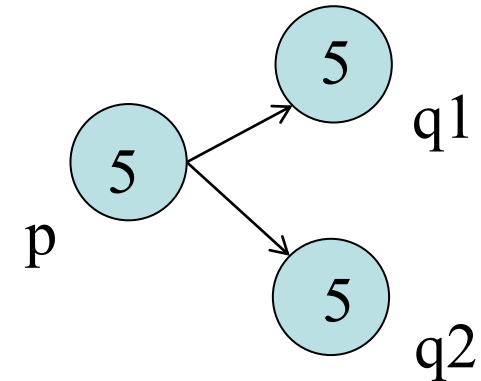
centre de recherche
SACLAY - ÎLE-DE-FRANCE

Synchronous vs. Asynchronous

At p: $m@q1(x) :- m@p(x)$

$m@q2(x) :- m@p(x)$

When p is visited relation $m@p$ is copied to $m@q1$ and $m@q2$ in a synchronous manner



Some asynchronicity (choice of the peer to activate) but synchronicity of the messages: Not realistic

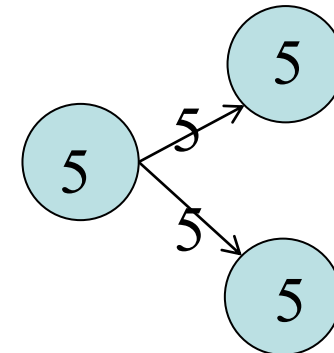
Better modeling

At p: $m@net1(x) :- m@p(x)$

$m@net2(x) :- m@p(x)$

At net1; $m@q1(x) :- m@net1(x)$

At net2; $m@q2(x) :- m@net2(x)$



S. Abiteboul – INRIA Saclay

Peer and relation reification

Peers and relations are data (reified)

Alice: get me the pictures where I am with Bob that are stored on friends smartphones?

result@alice(\$X, \$U, \$Meta) :-

friends@facebook(alice,\$X), smartphone@SNdirectory(\$X,\$P),

photos@\$P(\$U,\$Meta),

contains@\$P(\$Meta, "Alice") , contains@\$P(\$Meta, "Bob")

Similar for relations

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Multicasting

channelsubscribe@q(\$p,\$m) :-
channelsubscribe@q(\$p,\$m),
not del-channelsubscribe@q(\$p,\$m)

At q: persistent channelsubscribe@q

channel@\$p(\$m,q,\$s) :- channelsubscribe@q(\$p,\$m), \$m@q(\$s)

Bob subscribes to channel news@Alice by sending

channelsubscribe@Alice(Bob,news)

When someone sends a message news@Alice('Hello from Pete')

Bob will receive the message

channel@Bob(news,Alice,'Hello from Pete')

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Database server

intensional $\text{export@db}(\text{relation}, \text{peer})$

At db: persistent tobeexported@db

$\text{export@db}(\$r, \$p, \$x) :- \text{tobeexported@db}(\$r, \$p), \$r@\$p(\$x)$

To ask db to store a copy of $r@p$: p sends the message
 $\text{tobeexported@db}(r, p)$

Now, $\text{export@db}(r, p, \$x)$ is a view of $r@p(\$x)$

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Installing rules at another peer

Rule at Bob's iPhone to find Alice's data (ask systemL)

- $\$R@alice(\$X) :- true@systemL(\$R), \$R@alice(\$X)$

Rule at SystemL to find Alice's pictures (ask her iPhone)

- $photo@alice(\$X) :- true@iPhoneAlice(), photo@alice(\$X)$

Rule at Alice's iPhone to find Alice's pictures (look in local database)

- $\$R@alice(\$X) :- db3@iPhoneAlice(alice,\$R,\$X)$

Rewriting of a rule at Bob's iPhone to get Alice's pictures

$res@iPhoneBob(\$X) :- photo@alice(\$X)$	query installed at bob
$res@iPhoneBob(\$X) :- true@systemL, photo@alice(\$X)$	rule installed at systemL
$res@iPhoneBob(\$X) :- true@iPhoneAlice, photo@alice(\$X)$	rule installed at iPhoneAlice
$res@iPhoneBob(\$X) :- db@iPhoneAlice(alice,photo,\$X)$	rule executed at iPhoneAlice

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Conclusion

INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHE
EN INFORMATIQUE
ET EN AUTOMATIQUE



centre de recherche
SACLAY - ÎLE-DE-FRANCE

Webdam: on going research

Many issues

- Concurrency: right revocation
- Optimization: link with the works on optimization in AXML
- Looking for a killer application

Verification of applications: not started yet

- Related to verification of system with data
- Verify what: access control is not violated, one gets all the information one has access to, diagnosis in case of violation

Works on expressivity of Webdamlog

Work on probabilistic Webdamlog and social network s

- Different opinions, inconsistencies, trust, beliefs...

S. Abiteboul – INRIA Saclay



Webdam: implementation

Webdam Exchange Peer (WEP)

- All functionalities
- Database, cryptography, communication, wrapper for external systems (e.g. Facebook, DHT)

WEP-light

- Developed for the iPad
- Limited functionalities but relies on proxies

Plug-ins

- Facebook
- Standard Passwd-controlled Web sites

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Prévisions: technologie

Sur le Web, soyons modestes !

Ça va ralentir – on a fait le plus facile & on arrive aux sujets durs

- Linguistique, gestion de connaissances
- Vérification et qualité de service

Ça va continuer à bouger – créativité humaine

- Web sémantique : Web de connaissances plutôt que de texte
- Web 2.0 : un Web plus interactif, plus communautaire
- Web des objets, du pair-a-pair, des téléphones intelligents...

Rappel : pour le Web, on a toujours sous-estimé la créativité humaine

S. Abiteboul – INRIA Saclay

Prévisions: société

Quand à prédire ce que nous
allons en faire...

Sans moi...

Rappel : on a souvent
sous-estimé les risques des
sciences

Donc soyons vigilants!



S. Abiteboul – INRIA Saclay

Advertisement

Book on Web data management
to appear at *Cambridge University Press*
<http://webdam.inria.fr/Jorge>

