

Sémantique et interprétation temporelle

Philippe Muller
(IRIT–Univ. Toulouse, & Alpage – INRIA-Rocquencourt)

novembre 2010



Survol

- 1 Introduction
- 2 Temps et sémantique formelle
- 3 Temps et corpus
- 4 Temps et TAL



Survol

- 1 Introduction
- 2 Temps et sémantique formelle
- 3 Temps et corpus
- 4 Temps et TAL



Importance du temps

- omniprésence d'aspects temporels dans le langage, aux niveaux sémantique et pragmatique
- prise en compte nécessaire dans les applications
- applications spécifiques



Sémantique temporelle

- quelles sont les informations temporelles à représenter ?
 - des événements, états, processus,
 - localisés temporellement,
 - et interdépendants.
- quels modèles sémantiques pour représenter ces informations ?
- comment se construisent ces informations au cours d'un discours ?



Exemple

Sur le plan économique, Arias Sánchez, relança l'économie et fit baisser le chômage. Mais ce sont ses efforts pour la paix qui marquèrent sa présidence. Il reçut le prix Nobel de la paix en 1987 pour avoir été l'artisan des processus de paix enclenchés pour résoudre les conflits armés qui affectaient l'Amérique centrale durant les années 1980.

Wikipedia: Oscar Arias Sánchez



Exemple

*Sur le plan économique, Arias Sánchez, **relança** l'économie et **fit** baisser le chômage. Mais ce sont ses efforts pour la paix qui **marquèrent** sa présidence. Il **reçut** le prix Nobel de la paix en 1987 pour avoir été l'artisan des processus de paix **enclenchés** pour résoudre les conflits armés qui **affectaient** l'Amérique centrale durant les années 1980.*

Wikipedia: Oscar Arias Sánchez



Exemple

*Sur le plan économique, Arias Sánchez, **relança** l'économie et **fit** baisser le chômage. Mais ce sont **ses efforts** pour la paix qui **marquèrent** sa présidence. Il **reçut** le prix Nobel de la paix en 1987 pour avoir été l'artisan des **processus** de paix **enclenchés** pour résoudre les conflits armés qui **affectaient** l'Amérique centrale durant les années 1980.*

Wikipedia: Oscar Arias Sánchez



Exemple

Sur le plan économique, Arias Sánchez, relança l'économie et fit baisser le chômage. Mais ce sont ses efforts pour la paix qui marquèrent sa présidence. Il reçut le prix Nobel de la paix en 1987 pour avoir été l'artisan des processus de paix enclenchés pour résoudre les conflits armés qui affectaient l'Amérique centrale durant les années 1980.

Wikipedia: Oscar Arias Sánchez



Le temps dans des applications de TAL

- extraction / recherche d'information
- systèmes questions-réponses
- résumé
- analyse / génération de discours



La place du temporel en Q/A (français)

- environ 10% de questions temporelle
quand/ en quelle année/il y a combien d'années/quel jour
dans Trec, Clefs
- Clefs 2004: sur les 17 questions "quand", 5 premières réponses extraites par le système vainqueur sont des dates incomplètes (*le 8 mai* au lieu de *8 mai 1945*) et sont facilement complétées.
2 sont incomplètes mais l'année est donnée dans la question.
- La campagne Terquas définit des questions bien plus complexes
How did cocoa bean sales in Bahia in June/July compare to August/September 1987?



Le cas du résumé

résumé simple par extraction/ résumé sur un groupe de textes

- le résumé humain comme filtrage de l'information temporelle pertinente; sert à isoler les informations temporelles les plus importantes
- la réidentification d'événements communs à plusieurs documents
- filtrage/repérage d'événements pertinents
- calcul contextuels de dates:

[La crise a débuté quand le président a dissout l'assemblée].

Le lendemain, la grogne était sensible dans la majorité.



Quelques chiffres

estimés sur DUC/TAC, en anglais.

- nb de dates / nb de phrases (résumés manuels 2003)
575/2182
- nb de dates / nb de phrases (résumés Rali DUC 2005)
162/426
- correspond à peu près au fait que 25 à 30% des phrases dans les textes considérés contiennent un adverbial temporel.

information très présente

Survol

- 1 Introduction
- 2 Temps et sémantique formelle**
- 3 Temps et corpus
- 4 Temps et TAL



Sémantique formelle

- définir formellement les éléments de sens pertinents pour le temps
- définir un processus de construction du sens compositionnel
- fournit un modèle d'interprétation (fondement formel pour un traitement automatique)



Overview

Introduction

Davidson's proposal

Parsons' proposal

Kamp & Reyle's proposal

The question

Observations and arguments

Complete Proposal

Conclusion & Perspectives

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations and arguments

Complete Proposal

Conclusion & Perspectives

References

Time Representation

- (1) a. Jones loves a woman.
b. $\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)$

Time Representation

- (1) a. Jones loves a woman.
 b. $\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)$

would equally represent

- (2) a. Jones loved a woman.
 b. Jones will love a woman.

Time Representation

- (1) a. Jones loves a woman.
b. $\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)$

would equally represent

- (2) a. Jones loved a woman.
b. Jones will love a woman.

as well as

- (3) a. Jones used to love a woman.
b. Jones was loving a woman.

Time Representation

- (1) a. Jones loves a woman.
b. $\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)$

would equally represent

- (2) a. Jones loved a woman.
b. Jones will love a woman.

as well as

- (3) a. Jones used to love a woman.
b. Jones was loving a woman.

Yet we want (4) not to be contradictory.

- (4) Jones loved a women and he doesn't love a woman.

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations and arguments

Complete Proposal

Conclusion & Perspectives

References

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations and arguments

Complete Proposal

Conclusion & Perspectives

References

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5)
- a. Jones loved a woman.
 - b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and argumentsComplete
ProposalConclusion &
Perspectives

References

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
 b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the **future** s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
 b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and argumentsComplete
ProposalConclusion &
Perspectives

References

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the future s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$
- (7) a. $PP[\Psi]$

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the future s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

- (7) a. $PP[\Psi]$ \approx pluperfect

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the future s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

- (7) a. $PP[\Psi]$
b. $FP[\Psi]$ \approx pluperfect

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the **future** s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

- (7) a. $PP[\Psi]$ \approx pluperfect
b. $FP[\Psi]$ \approx past in the future

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the future s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

- (7) a. $PP[\Psi]$ \approx pluperfect
b. $FP[\Psi]$ \approx past in the future
c. $PFFPPFP[\Psi]$

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and argumentsComplete
ProposalConclusion &
Perspectives

References

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the future s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

- (7) a. $PP[\Psi]$ \approx pluperfect
b. $FP[\Psi]$ \approx past in the future
c. $PFFPPFP[\Psi]$ **???**

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations and arguments

Complete Proposal

Conclusion & Perspectives

References

Time Representation: temporal logic

Variant of modal logic: propositional operators & accessibility
relation between worlds

$P[\Psi]$ = there is a world w in the past s.t. $\Psi \in w$.

- (5) a. Jones loved a woman.
b. $P[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

$P[\Psi]$ = there is a world w in the future s.t. $\Psi \in w$.

- (6) a. Jones will love a woman.
b. $F[\exists x \text{ woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)]$

- (7) a. $PP[\Psi]$ \approx pluperfect
b. $FP[\Psi]$ \approx past in the future
c. $PFFPPFP[\Psi]$???

\Rightarrow very powerfull (Kamp, 1979)
what about present tense?
aspect?

Time Representation: temporalized predicates

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and arguments

Complete
Proposal

Conclusion &
Perspectives

References

- (8) a. Jones loved a woman.
 b. $\exists t \exists x \ t < n \wedge \text{woman}(x) \wedge \text{love}(j, x, t)$

- ▶ Predicates have one additional place for time
- ▶ Underspecified role of the time argument

Time Representation: second order formulae

- (9) a. Jones loves a woman.
 b. $\exists t \ t < n \ \text{holds_at}(t, [\exists x \ \text{woman}(x) \wedge \text{love}(j, x)])$

- ▶ usual in AI/KR
- ▶ too powerfull (decidability issues)
- ▶ many meaning postulates needed

Polyadicity

- (10) a. Jones buttered the toast
b. *buttered(j, t)*

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and arguments

Complete
Proposal

Conclusion &
Perspectives

References

Polyadicity

- (10) a. Jones buttered the toast
- b. *buttered*(*j*, *t*)

- (11) a. Jones buttered the toast in the bathroom with a
 knife at midnight
- b. ???

Polyadicity

- (10) a. Jones buttered the toast
b. *buttered(j, t)*
- (11) a. Jones buttered the toast in the bathroom with a knife at midnight
b. ???

Kenny (1963) : *buttered(j, t, b, k, m)*.

- (10) a. Jones buttered the toast
b. *buttered(j, t)*
- (11) a. Jones buttered the toast in the bathroom with a knife at midnight
b. ???

Kenny (1963) : *buttered(j, t, b, k, m)*.

But we want to have (11-a) \Rightarrow (10-a)

- (10) a. Jones buttered the toast
b. *buttered(j, t)*

- (11) a. Jones buttered the toast in the bathroom with a
knife at midnight
b. ???

Kenny (1963) : *buttered(j, t, b, k, m)*.

But we want to have (11-a) \Rightarrow (10-a)

as well as (11-a) \Rightarrow (12)

- (12) a. Jones buttered the toast in the bathroom
buttered(j, t, b)
b. Jones buttered the toast with a knife *buttered(j, t, k)*
c. Jones buttered the toast in the bathroom with a knife
buttered(j, t, b, k)

Proposal (Kenny, 1963) : (10-a) shall be represented as a 5-ary predicate. In other words, (10-a) is seen as an elliptic/underspecified version of (13).

(13) Jones buttered the toast somewhere with something at sometime.

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and arguments

Complete
Proposal

Conclusion &
Perspectives

References

Proposal (Kenny, 1963) : (10-a) shall be represented as a 5-ary predicate. In other words, (10-a) is seen as an elliptic/underspecified version of (13).

(13) Jones buttered the toast somewhere with something at sometime.

Then the wanted inferences come through.

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations and arguments

Complete Proposal

Conclusion & Perspectives

References

Proposal (Kenny, 1963) : (10-a) shall be represented as a 5-ary predicate. In other words, (10-a) is seen as an elliptic/underspecified version of (13).

(13) Jones buttered the toast somewhere with something at sometime.

Then the wanted inferences come through.

But what do we do with (14)? (Davidson, 1967)

(14) Jones buttered the toast in the bathroom with a knife at midnight by holding it between the toes of his left foot

Davidson's intuition

- Individuals

- (15) a. I bought a house
 b. $\exists x$ house(x)

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and arguments

Complete
Proposal

Conclusion &
Perspectives

References

- Individuals

- (15)
- a. I bought a house, it has three rooms
 - b. $\exists x \text{ house}(x) \wedge \exists \text{room}(x)$

- Individuals

- (15)
- a. I bought a house, it has three rooms, it is well-heated
 - b. $\exists x \text{ house}(x) \wedge \exists \text{room}(x) \wedge \text{well_heated}(x)$

- Individuals

- (15)
- a. I bought a house, it has three rooms, it is well-heated , and has 2 storeys
 - b. $\exists x \text{ house}(x) \wedge \exists \text{room}(x) \wedge \text{well_heated}(x) \wedge \text{2_storey}(x)$

- Individuals

- (15) a. I bought a house, it has three rooms, it is well-heated , and has 2 storeys
- b. $\exists x \text{ house}(x) \wedge 3_room(x) \wedge \text{well_heated}(x) \wedge 2_storey(x)$

- ▶ (re)descriptions
- ▶ pronouns

- Individuals

- (15) a. I bought a house, it has three rooms, it is well-heated , and has 2 storeys
- b. $\exists x \text{ house}(x) \wedge 3_room(x) \wedge \text{well_heated}(x) \wedge 2_storey(x)$

- ▶ (re)descriptions
- ▶ pronouns

- Events

- (16) John did it slowly, deliberately, in the bathroom, with a knife, at midnight. What he did was butter a piece of toast.

1. Action predicates have an additional, event, place (17).
2. Action sentences “have an existential quantifier binding the action[event] variable” (18). (Reichenbach, 1947)

(17) a. Kim kicked Sam.
b. $\text{kick}(k, s, e)$

(18) a. Kim kicked Sam.
b. $\exists x_e \text{kick}(k, s, x_e)$

1. Action predicates have an additional, event, place (17).
2. Action sentences “have an existential quantifier binding the action[event] variable” (18). (Reichenbach, 1947)

(17) a. Kim kicked Sam.
b. $\text{kick}(k, s, e)$

(18) a. Kim kicked Sam.
b. $\exists x_e \text{kick}(k, s, x_e)$

(19) a. A man found a coin.
b. $\exists x \exists y \exists e \text{man}(x) \wedge \text{coin}(y) \wedge \text{find}(x, y, e)$

- ▶ Which predicates have an event-place ?

- ▶ Which predicates have an event-place ?

many

- ▶ Which predicates have an event-place ?
- ▶ What's a sentence denotation ?

many

- ▶ Which predicates have an event-place ?
- ▶ What's a sentence denotation ?

many

t —no change

- ▶ Which predicates have an event-place ?
- ▶ What's a sentence denotation ?
- ▶ Who denotes an event ?

many

t —no change

- ▶ Which predicates have an event-place ? *many*
- ▶ What's a sentence denotation ? *t* —no change
- ▶ Who denotes an event ? *nominals (20)*

- (20)
- a. $\llbracket \text{Caesar's death} \rrbracket = \iota x \text{ dead}(x, c)$
 - b. Caesar is dead : $\exists x \text{ dead}(x, c)$

- ▶ Which predicates have an event-place ? *many*
- ▶ What's a sentence denotation ? *t* —no change
- ▶ Who denotes an event ? *nominals (20)*

- (20) a. $\llbracket \text{Caesar's death} \rrbracket = \iota x \text{ dead}(x, c)$
b. Caesar is dead : $\exists x \text{ dead}(x, c)$

⇒ Syntax-semantics interface to be worked out.

Individuation at its best requires sorts or kinds that give a principle for counting. But here again, events come out well enough: rings of the bell, major wars, eclipses of the moon, and performances of Lulu can be counted as easily as pencils, pots, and people. Problems can arise in either domain. The conclusion to be drawn, I think, is that the individuation of events poses no problems worse in principle than the problems posed by individuation of material objects; and there is as good reason to believe events exist.

(Davidson, 1985, p. 180)

Parsons' generalisation

$$(21) \quad \exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$$

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and arguments

Complete
Proposal

Conclusion &
Perspectives

References

Parsons' generalisation

(21) $\exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$

(22) $\exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \wedge \text{patient}(x_e, s)$

(Parsons, 1990)

Parsons' generalisation

(21) $\exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$

(22) $\exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \wedge \text{patient}(x_e, s)$

(Parsons, 1990)

- ▶ requires a richer lexicon, and an appropriate management of the syntax-semantics interface
- ▶ solves radically the polyadicity problems,
- ▶ and puts on a par arguments and adjuncts.

Parsons' generalisation

$$(21) \quad \exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$$

$$(22) \quad \exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \wedge \text{patient}(x_e, s)$$

(Parsons, 1990)

- ▶ requires a richer lexicon, and an appropriate management of the syntax-semantics interface
- ▶ solves radically the polyadicity problems,
- ▶ and puts on a par arguments and adjuncts.

$$(23) \quad \exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k)$$

Parsons' generalisation

$$(21) \quad \exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$$

$$(22) \quad \exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \wedge \text{patient}(x_e, s)$$

(Parsons, 1990)

- ▶ requires a richer lexicon, and an appropriate management of the syntax-semantics interface
- ▶ solves radically the polyadicity problems,
- ▶ and puts on a par arguments and adjuncts.

$$(23) \quad \begin{array}{l} \exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \\ \wedge \text{patient}(x_e, s) \end{array}$$

Parsons' generalisation

$$(21) \quad \exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$$

$$(22) \quad \exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \wedge \text{patient}(x_e, s)$$

(Parsons, 1990)

- ▶ requires a richer lexicon, and an appropriate management of the syntax-semantics interface
- ▶ solves radically the polyadicity problems,
- ▶ and puts on a par arguments and adjuncts.

$$(23) \quad \begin{aligned} \exists x_e \text{ kick}(x_e) &\wedge \text{agent}(x_e, k) \\ &\wedge \text{patient}(x_e, s) \\ &\wedge \text{at}(x_e, 8h) \end{aligned}$$

$$(21) \quad \exists x_e \text{ kick}(k, s, x_e)$$

$$(22) \quad \exists x_e \text{ kick}(x_e) \wedge \text{agent}(x_e, k) \wedge \text{patient}(x_e, s)$$

(Parsons, 1990)

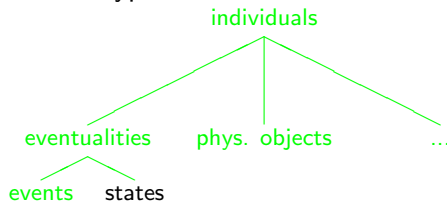
- ▶ requires a richer lexicon, and an appropriate management of the syntax-semantics interface
- ▶ solves radically the polyadicity problems,
- ▶ and puts on a par arguments and adjuncts.

$$(23) \quad \begin{aligned} \exists x_e \text{ kick}(x_e) &\wedge \text{agent}(x_e, k) \\ &\wedge \text{patient}(x_e, s) \\ &\wedge \text{at}(x_e, 8h) \\ &\wedge \text{loc}(x_e, \text{in_front_of_the_house}) \end{aligned}$$

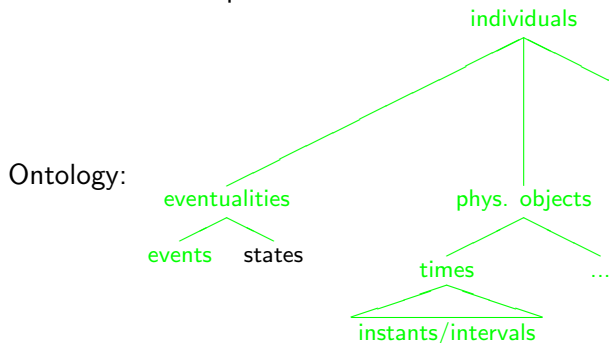
“Realistic” approach to time & event representation

1. regularisation of the stx-sem interface
⇒ Introduction of a new type.

Ontology:



2. Introduction of explicit “time constants”



Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and argumentsComplete
Proposal
...Conclusion &
Perspectives

References

DRT: time constants

(24) Jones came at 8.

Introduction

Davidson

Initial Problem 1

Initial Problem 2

Reification

Discussion

Parsons

Kamp&Reyle

The question

Observations
and arguments

Complete
Proposal

Conclusion &
Perspectives

References

DRT: time constants

(24) Jones came at 8.

(25) a. $\exists e (\text{come}(j, e) \wedge \text{at-eight}(e))$

(24) Jones came at 8.

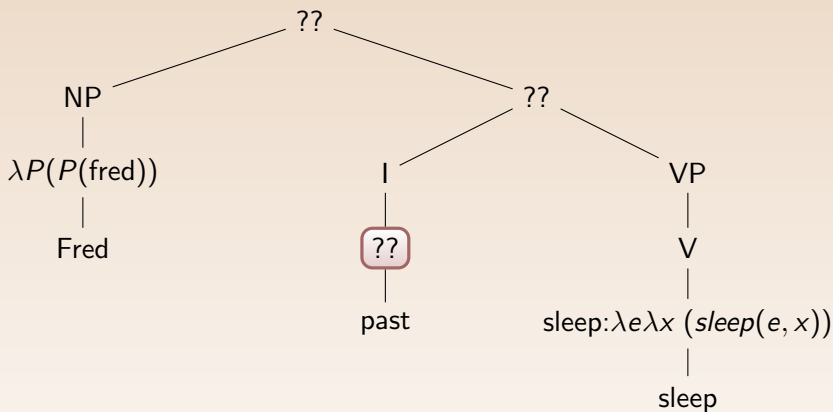
(25) a. $\exists e (\text{come}(j, e) \wedge \text{at-eight}(e))$

b. $\exists e (\text{come}(j, e) \wedge \text{at}(\text{eight-o'clock}, e))$

(24) Jones came at 8.

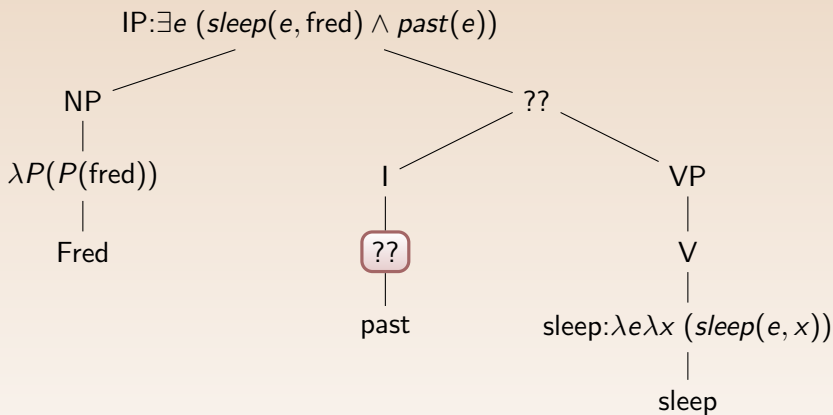
- (25)
- a. $\exists e (\text{come}(j, e) \wedge \text{at-eight}(e))$
 - b. $\exists e (\text{come}(j, e) \wedge \text{at}(\text{eight-o'clock}, e))$
 - c. $\exists e (\text{come}(j, e) \wedge \text{at}(t, e) \wedge t = \text{8-o'clock})$

Construction compositionnelle



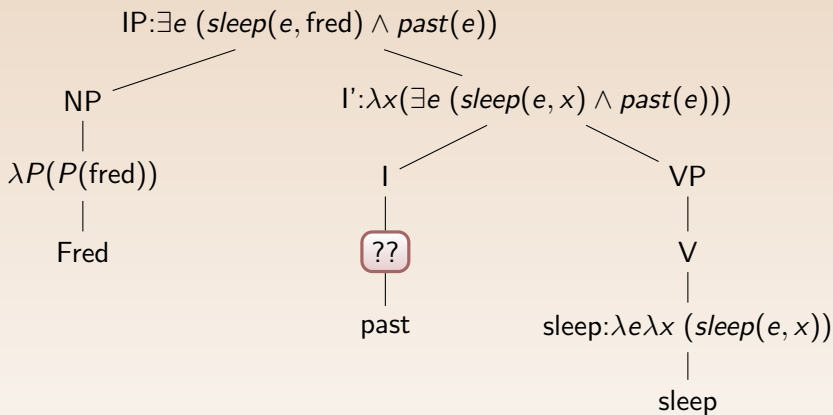
Fred slept.

Construction compositionnelle



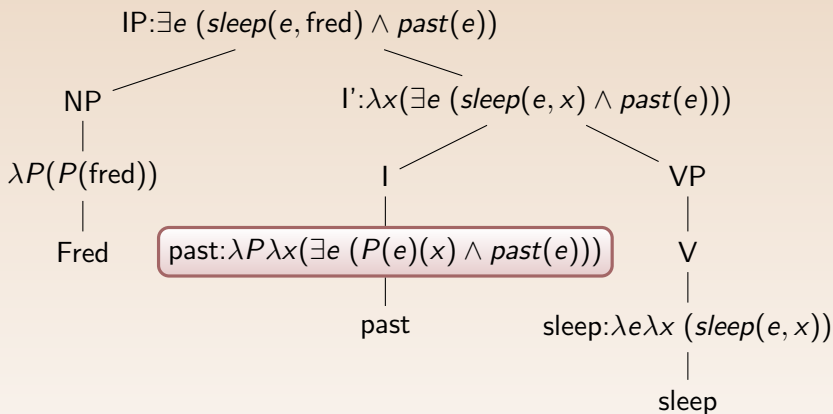
Fred slept.

Construction compositionnelle



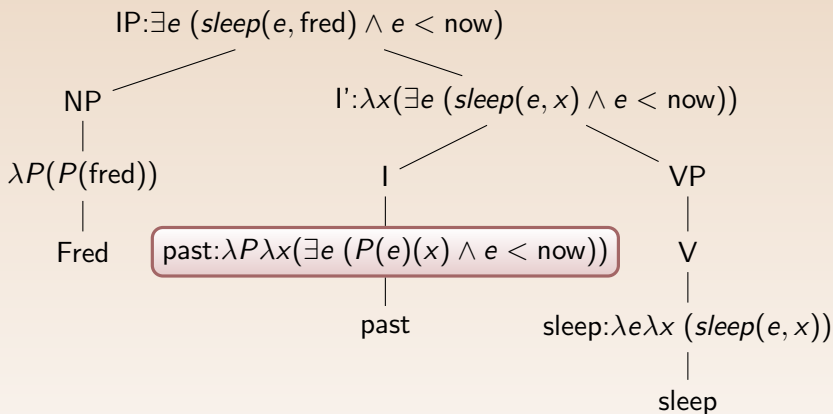
Fred slept.

Construction compositionnelle



Fred slept.

Construction compositionnelle



Fred slept.

- réification des évènements
- réification des états
- formalisation à la Parsons (rôles thématiques)
- relations définies entre évènements (précédence, chevauchement, *meet*)
- formellement on sait projeter une structure temporelle (sur une droite temporelle) à partir d'un groupe de relations entre evts
- mais en pratique on a besoin aussi de constantes temporelles
- on suppose donc l'existence d'une relation entre un évènement et un temps, relation sous-spécifiée en général.

Evènements et autre catégories de procès

- **Accomplissements** procès terminatif s'étalant sur une certaine durée (1-a)
- **Achèvements** procès terminatif « ponctuel » (1-b)
- **Activités** procès « homogène » non terminatif (1-c)
- **Etats** situation statique (ie non dynamique = sans changement) (1-d)

- (1)
- a. Paul a repeint sa maison.
 - b. Paul a frappé à la porte.
 - c. Paul travaille.
 - d. Paul connaît l'anglais.

Vendler (1957)

réduction à deux catégories : state/event

Aspects discursifs : enchaînement de temps verbaux

PS + PS

Jerry entra dans la cuisine(e_1). Georges le suivit(e_2).
Il ouvrit le frigo(e_3).

Ici on aurait la structure temporelle :

$e_1 < e_2 < e_3 < n$

Enchaînements : Passé simple / Imparfait

Kramer entra dans la cuisine(e_1). Il ouvrit le frigo(e_2).
Jerry faisait la vaisselle(e_3).

L'imparfait décrit une situation en cours de déroulement par rapport à la narration.

La structure temporelle correspondante serait :

$e_1 < e_2 < n \wedge e_2$ inclus dans s_3 ou bien

$e_1 < e_2 < n \wedge e_2$ "recouvre" s_3

Enchaînement : PS/Plus que Parfait

Nicolas arriva au Palais à 9 heures (e_1). Il s'était levé tôt (e_2). Il avait réveillé Carla (e_3). Ils avaient déjeuné ensemble (e_4)...

Le PQP entraîne un retour en arrière, et la suite de PQP enchaîne à partir du retour en arrière.

La structure temporelle :

$$e_2 < e_3 < e_4 < e_1 < n$$

Temps et négation

Georges n'a pas voté mardi.

$$\exists t, x, (\text{mardi}(t) \wedge t < n \wedge \text{georges}(x) \wedge \neg(\exists e e \subseteq t \wedge \text{voter}(e, x)))$$

$$\exists x, (\text{georges}(x) \wedge \neg(\exists e \text{ mardi}(t) \wedge t < n \wedge e \subseteq t \wedge \text{voter}(e, x)))$$

La langue permet de décrire une succession d'états, d'actions, d'événements et leur façon de s'organiser, avec :

- le temps verbal (*tense* en anglais)
- et l'aspect ;
- catégories lexicales
 - des adverbes temporels : hier, le 1er février, jeudi, la semaine prochaine, ...
 - des prépositions : avant, après, depuis, dans, ...
 - des conjonctions de subordination : quand, dès que, avant que, après le moment où,
 - des adjectifs : prochain, futur, ancien
 - des événements nominaux : crise, guerre, ...
 - tous les verbes

→ ajout de nouveaux types de référents

+ prédicats temporels,

Survol

- 1 Introduction
- 2 Temps et sémantique formelle
- 3 Temps et corpus**
- 4 Temps et TAL



Aspects empiriques

- passage à l'échelle : constitution de corpus
 - spécification des informations temporelles
 - normalisation
 - annotation "manuelle"
- traitement automatique
 - extraire des informations temporalisées
 - construire la structure temporelle d'un texte
 - extraction d'entités et de relations spécifiques
 - problèmes de validation

Normalisation

spécifier des annotations linguistiques :

- les entités à annoter (“marquables”)
- les informations associées et leur forme (attributs)
- des relations entre entités



ISO TimeML

Time mark-up language, un sous-groupe du standard ISO pour les annotations linguistiques

- objets marqués :
 - <EVENT> éventualités dénotés par verbes, noms ou adjectifs.
 - <TIMEX> : adjoints temporels: dates, heures, durées
 - <SIGNAL> : connecteurs, prépositions
- relations marquées :
 - <TLINK> : relations temporelles entre événements et dates, ...
 - <ALINK> : liens aspectuels
 - <SLINK> : dépendances diverses (modalités,)

Attributs pour EVENT

- classe: occurrence, perception, rapport, aspect, modal, état, intention (état ou action)
- lemme
- forme (verbe, nom, adjectif)
- temps (pour les verbes)



Attributs TIMEX: "Valeurs" des adverbiaux temporels

- Dates/Heures au format Année-Mois-Jour
[heures-minutes-secondes]
"juin 1987" → "1987-6"
"le 3 mai" → "XXXX-5-3"
- symboles pour référence sans dates ou heures précises (matin, hiver, weekend, ...)
"le printemps 2005" : 2005-SP
- Durées: "P" [period]+ unité + valeurs "3 jours" = "P3D"

autres attributs: modificateurs (environ, moins/plus de, début/milieu/fin), début et fin pour les durées



Exemple

Un homme,

```
<EVENT class="OCCURRENCE" eid="e1">blessé</EVENT>
```

par une arme à feu, a été

```
<EVENT class="OCCURRENCE" eid="e2">secouru</EVENT>
```

par les pompiers de Grandvillars et

```
<EVENT class="OCCURRENCE" eid="e3">transporté</EVENT>
```

au centre hospitalier de Belfort dans un état grave,

```
<TIMEX3 anchorTimeID="t1" temporalFunction="TRUE" tid="t2"  
type="DATE" value="1999-05-18">mardi</TIMEX3>
```

```
<SIGNAL sid="s1">vers</SIGNAL>
```

```
<TIMEX3 tid="t3" type="TIME" value="1999-05-18T21:45">21 h 45  
</TIMEX3>.
```


Relations

Différentes classes d'événements et de liens entre événements

- occurrences (événements réalisés) : liens temporels ("TLINK" en TimeML)
- liens aspectuels: *commencer à parler, arrêter de parler* ("ALINK" dans TimeML)
- autres liens:
oublier de faire la vaisselle / regretter de faire la vaisselle
("SLINK" dans TimeML)

Relations: Datation ou Ancrage des événements ?

- L'ancrage est plus général.
 - *Le président a été élu le 21 avril.* (date précise disponible)
 - *Peu après sa popularité a chuté.* (relation temporelle)
- Mani, Schiffman (2003,2005):
événement "before" /"at" /"after" /? une date
- → pas de différence entre relations événement/événement ou événement/dates

L'ordre des événements

- Quelles relations choisir pour exprimer l'ordre temporel ?
- Comment mesurer l'accord entre deux descriptions de relations ?

exemple avec "avant" et "pendant"

- e1 avant e3, e2 avant e3, e2 pendant e1
- e1 avant e3, e2 pendant e1
- e2 pendant e1, e3 après e1
- besoin de relations "bien définies"
- besoin d'un modèle d'inférence associé aux relations :
e1 avant e3, e2 pendant e1 \rightarrow e2 pendant e1

...

relations entre intervalles temporels



Relation entre intervalles

en considérant les relations possibles entre bornes, 13 relations, restreintes à 11 dans TimeML :

- BEFORE / AFTER
- IAFTER / IBEFORE
- INCLUDES / IS_INCLUDED
- BEGINS / BEGUN_BY
- ENDED_BY / ENDS
- SIMULTANEOUS

+ OVERLAPS/ OVERLAPPED BY

[NB: noms différents dans [Allen 83] et TimeML, mais sémantique identique]

Liens modaux

SLINK

- MODAL (pouvoir, devoir, etc)
- EVIDENTIAL (affirmer)
- NEG_EVIDENTIAL (nier)
- FACTIVE (regretter)
- COUNTER_FACTIVE (oublier)
- CONDITIONAL
- sémantique moins bien définie
- “valeurs” possibles des modalités non prises en compte (épistémiques/obligations) pour l’instant

Liens aspectuels

ALINK

- INITIATES
- CULMINATES
- TERMINATES
- CONTINUES
- REINITIATES
- sémantique : relations entre intervalles ou bien non définie

Quelques corpus

- TimeBank : sur l'anglais, dépêches d'agence
 - 200 textes environ
 - beaucoup de bruit: incohérence, hétérogénéité
 - accord moyen
- sur le français, données éparses collectées sur dépêches d'agence, biographies, textes historiques (Baldwin, Bittar, Denis, Gagnon, Muller, Tannier)
 - en cours de normalisation, thèse d'André Bittar
 - même problème d'accord que TimeBank: distinction de relations souvent difficiles
 - distinctions admises en sémantique formelle irréalistes à ce stade
 - tâche très coûteuse
- ressources disponibles

<http://www.timeml.org/tempeval2/> (+ autres langues)



Quelques corpus

- TimeBank : sur l'anglais, dépêches d'agence
 - 200 textes environ
 - beaucoup de bruit: incohérence, hétérogénéité
 - accord moyen
- sur le français, données éparses collectées sur dépêches d'agence, biographies, textes historiques (Baldwin, Bittar, Denis, Gagnon, Muller, Tannier)
 - en cours de normalisation, thèse d'André Bittar
 - même problème d'accord que TimeBank: distinction de relations souvent difficiles
 - distinctions admises en sémantique formelle irréalistes à ce stade
 - tâche très coûteuse
- ressources disponibles

<http://www.timeml.org/tempeval2/> (+ autres langues)



Survol

- 1 Introduction
- 2 Temps et sémantique formelle
- 3 Temps et corpus
- 4 Temps et TAL**



Traitement automatique

- extraire des informations temporalisées
- construire la structure temporelle d'un texte
- extraction d'entités et de relations spécifiques

Extraction d'informations temporalisées

- essentiellement: EVENT, TIMEX, et liens EVENT/TIMEX
- à trouver : étendue + attributs sémantiques
- méthodes principales: patrons lexico-syntaxiques
- évaluation: précision et rappel



Approche typique en IE

- prétraitements : découpage en phrase, tokeniseur
- projection de lexiques spécifiques (ici: noms de jours, mois, etc)
- étiquettage en parties de discours, éventuellement analyse syntaxique superficielle
- patrons lexicaux-syntaxiques (cascades)
- sémantique ad hoc
- plate-formes d'intégration pour faire des chaînes de traitement (GATE, UIMA)



Exemple

avec un lexique qui recense les classes *ordinal* et *siecle*

```
{Modifpp}? :mod (ordinal):n (siecle):u)
```

```
:match
```

```
-->
```

```
:match.TIMEX3={type="DATE", subtype="abs",  
                mod=:mod.Modifpp.mod,  
                unit=:u.Lookup.val,  
                century=:n.Lookup.val,  
                }
```

“A la fin du XIXe siècle”

Exemple

```
{Token.string=="à"}|{Token.string=="A"}):sig
({Token.lemma=="le"})?
```

```
{Token.string=="début"}|{Token.string=="aube"}
|{Token.string=="orée"}|{Token.string=="Début"}
|{Token.lemma=="fin"}|{Token.lemma=="milieu"}):mod
```

```
{Token.lemma=="de"}|{Token.lemma=="de le"}):
):modif
```

```
-->
```

```
:modif.Modifpp={mod=:mod.Token.lemma,
                 signal=:sig.Token.lemma}
```

Apprentissage automatique de relations temporelles

- modèles d'interprétation par règles symboliques
 - populaire dans les années 90
 - ne résistent pas aux tests empiriques
- plus récemment : approche inductives sans modèle explicite, à partir de dépêches de journaux.
 - classification de relations EVENT/EVENT à partir des facteurs pertinents (temps, aspect etc).
 - contrôle de la cohérence logique globale
 - scores ok quand sont supposées connues les événements à relier dans le texte
 - trop difficile dans le cas contraire : trop de variance sur les annotations servant à l'apprentissage, reflet de la complexité de la structure temporelle des textes.

Evaluations

- dates/événements: précision et rappel dans les 85/90%
- classification de relations: problème du référent à choisir
 - paires d'événements données: $\approx 60\%$
 - toutes les relations possibles sur tous les événements: cata.

Autres formes d'extraction

- collecte d'informations éparses : noms d'événements
- collecte d'information lexicales : relations typiques

= "semantic class learning" : entités spécifiques, relations spécifiques, apprises sur corpus ou directement par requêtes web.
méthodologie valable pour d'autres types d'information

Exemple

extraire des noms d'événements

- ① patrons évidents pour commencer
- ② candidats extraits du web
- ③ filtrage
 - manuel
 - automatique: combinaison de patrons, info mutuelle, etc
- ④ nouveaux patrons / patrons de filtrage
- ⑤ on recommence

[NB: pour des relations, il faut des patrons plus complexes]

Exemple

extraire des noms d'événements

- 1 patrons évidents pour commencer

provoquer X, après X, X avoir lieu, ...

- 2 candidats extraits du web

- 3 filtrage

- manuel
- automatique: combinaison de patrons, info mutuelle, etc

- 4 nouveaux patrons / patrons de filtrage

- 5 on recommence

[NB: pour des relations, il faut des patrons plus complexes]

Architecture possible

[Kozareva, 2010]

