HAL
open science

Adaptation spatio-temporelle et hypermédia de documents multimédia

Sébastien Laborie, Jérome Euzenat, Nabil Layaïda

To cite this version:

Sébastien Laborie, Jérome Euzenat, Nabil Layaïda. Adaptation spatio-temporelle et hypermédia de documents multimédia. Atelier Représentation et Raisonnement sur le Temps et l'Espace (RTE), Jun 2008, France. pp.1-13. hal-00548857

HAL Id: hal-00548857

https://hal.science/hal-00548857v1

Submitted on 20 Dec 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Adaptation spatio-temporelle et hypermédia de documents multimédia

Sébastien Laborie — Jérôme Euzenat — Nabil Layaïda

INRIA Rhône-Alpes - LIG
655 Avenue de l'Europe
Montbonnot - Saint Martin
38334 Saint Ismier Cedex
{Sebastien.Laborie,Jerome.Euzenat,Nabil.Layaida}@inrialpes.fr

RÉSUMÉ. *Actuellement, les documents multimédia doivent pouvoir être exécutés sur de nombreuses plates-formes (téléphones portables, PDA, ordinateurs de bureau, lecteurs de salon...). Cette diversification des utilisations et des supports nécessite l'adaptation des documents à leur contexte d'exécution, parfois imprévisible au moment de la conception du document. Pour s'affranchir des langages ou formats de description multimédia, nous abstrayons les documents en une structure exprimant l'ensemble des relations entre objets du document. Pour capturer la dimension spatio-temporelle et hypermédia d'un document multimédia, nous proposons de le décomposer en objets multimédia, liens hypermédia et relations spatio-temporelles entre ces objets. Dans ce contexte, adapter le document en fonction des contraintes d'une plate-forme cible consiste alors à transformer la structure existante du document de façon minimale. Afin de montrer l'applicabilité d'une telle approche, nous la développons dans le cadre des documents spécifiés au moyen du langage SMIL.*

ABSTRACT. *Currently, multimedia documents may have to be executed on multiple devices such as mobile phones, PDAs, desktop computers, set-top boxes, etc. Hence, usage and platform diversity requires document adaptation according to execution contexts, sometimes unpredictable at design time. We propose to abstract from format specific details by defining a structure which expresses a set of objects and the relations between them. In order to capture the spatio-temporal and hypermedia dimensions of the document, we point out in this paper that these objects are multimedia objects and hypermedia links, and that relations between them are spatio-temporal. In this context, adapting amounts to modify in a minimal way the document abstraction according to the target device constraints. In order to show the applicability of our framework, we implement a prototype which adapts SMIL documents.*

MOTS-CLÉS : *Représentation et raisonnement qualitatif.*

KEYWORDS: *Qualitative representation and reasoning.*

1. Introduction

Un document multimédia doit pouvoir être exécuté sur des plates-formes aux possibilités variées : téléphones portables, PDA, ordinateurs de bureau... Ces différents contextes de présentation multimédia introduisent différentes contraintes sur la présentation elle-même. Par exemple, les limitations d'une plate-forme dues à l'affichage, comme un téléphone portable, peuvent conduire à ne pas afficher plusieurs objets multimédia côte à côte à un même instant pour des raisons de visibilité sur l'écran. D'autres types de contraintes peuvent être introduites par les préférences de l'utilisateur, la protection du contenu ou les capacités du terminal [KLY 01]. Ces contraintes imposées par les plates-formes sont généralement décrites dans des profils.

Pour satisfaire un profil cible, les documents multimédia doivent être adaptés, c'est-à-dire transformés en documents compatibles avec le profil avant d'être présentés. Deux types d'adaptation sont envisageables : l'adaptation locale (adaptation liée aux objets individuellement) et l'adaptation globale (adaptation liée à la composition du document). Cet article se consacrera à ce deuxième type d'adaptation.

Dans [EUZ 03], nous avons montré comment fournir des documents multimédia adaptés proches du document initial satisfaisant les différentes contraintes liées à une plate-forme cible. Pour cela, nous abstrayons les documents en une structure exprimant l'ensemble des relations entre objets du document. Ces relations peuvent notamment être de nature qualitative. Dans ce contexte, adapter va consister à modifier cette structure abstraite de façon minimale pour qu'elle satisfasse le profil cible. Nous avons illustré cette approche à l'aide de la dimension temporelle en utilisant l'algèbre d'intervalles de Allen [ALL 83].

Nous montrons que cette approche d'adaptation peut s'instancier à la dimension spatio-temporelle et hypermédia. Cela nécessite d'étendre la définition de notre structure abstraite (§2). Pour produire une structure abstraite adaptée proche de la structure abstraite initiale qui satisfait un profil cible, nous montrons comment calculer des distances entre structures spatio-temporelles et hypermédias (§3). Enfin, afin d'adapter des documents multimédia standards (i.e., spécifiés au moyen du langage SMIL), nous proposons une stratégie qui utilise notre approche d'adaptation (§4).

2. Spécification de documents multimédia

Une spécification de document multimédia contient toutes les informations de présentation de chaque objet du document, en particulier elle décrit la composition du document multimédia. Cette composition est définie par plusieurs dimensions :

– **temporelle :** les objets du document sont synchronisés dans le temps.

– **spatiale :** certains objets du document sont disposés les uns par rapport aux autres dans l'espace d'affichage.

– **hypermédia :** l'utilisateur a la possibilité d'interagir avec certains objets du document, par exemple pour naviguer dans le contenu de la présentation.

Considérons un document multimédia, spécifié pour pouvoir être exécuté sur un ordinateur de bureau, contenant quatre objets multimédia : *Acropole*, *Agora*, *Temple* et *Musée*. Ces différents objets multimédia sont organisés selon les dimensions citées précédemment comme le montre la figure 1. Dans cette figure, l'objet *Acropole* commence au temps t = 0s et se termine à t = 10s, a une largeur de 300 pixels, une hauteur de 200 pixels et un point d'origine situé à (0, 0), et dispose d'un lien hypermédia l_1. Ce lien hypermédia l_1 est actif dans toute la région d'affichage de l'objet *Acropole* de t = 0s au temps t = 5s et pointe vers le début de l'objet *Temple*.

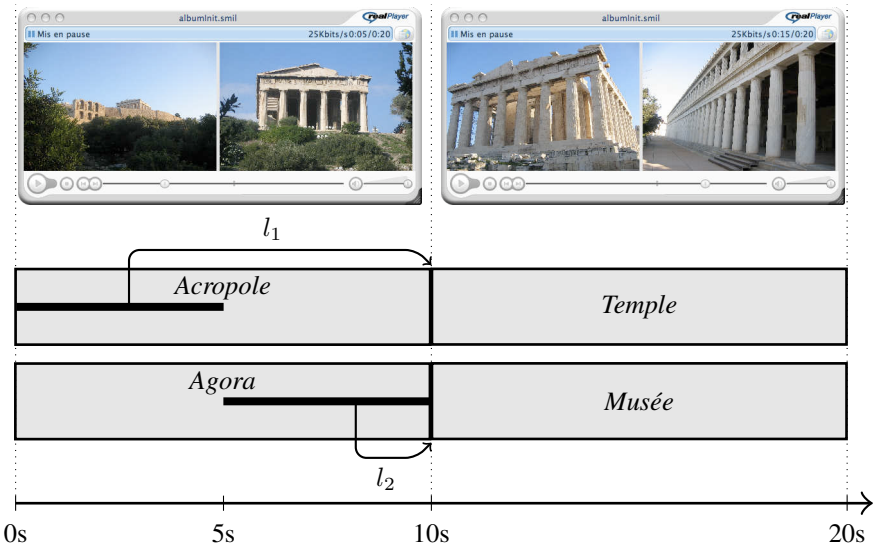


Figure 1. *La composition spatio-temporelle et hypermédia d'un document multimédia.*

Cette description peut être qualifiée de précise et quantitative car elle définit exactement les informations de présentation de chaque objet du document. Les documents multimédia ne sont pas toujours spécifiés de manière précise, ceci est notamment le cas dans certains systèmes d'édition de documents multimédia, tels que les systèmes Magic [DAL 96] et Madeus [JOU 98]. Les descriptions de la composition des documents y sont exprimées par des relations qualitatives, ce qui offre une flexibilité de présentation.

Pour s'abstraire des langages de description de documents et disposer d'une flexibilité de présentation, une spécification de document multimédia associera à chaque paire d'objets du document un ensemble de relations qualitatives.

Définition 1 (Spécification de document multimédia) *Une spécification de document multimédia* $s = \langle O, C \rangle$ *est composée d'un ensemble d'objets* O *ainsi que d'un ensemble de relations (ou contraintes)* C *entre les éléments de* O.

Dans ce qui suit, nous considérons que les relations entre objets du document sont binaires. Une spécification de document multimédia peut donc être représentée à l'aide d'un graphe de relations.

Définition 2 (Graphe de relations) *Soient O un ensemble d'objets et C un ensemble de relations entre les éléments de O. Une spécification de document multimédia $s = \langle O, C \rangle$ peut être représentée par un graphe orienté étiqueté $g_s = \langle O, E, \lambda \rangle$ nommé graphe de relations. Les éléments de O et E correspondent respectivement aux nœuds et aux arcs du graphe g_s, et la fonction totale d'étiquetage $\lambda : E \rightarrow 2^{\mathcal{R}}$ associe à chaque arc du graphe g_s un ensemble de relations d'une représentation $\mathcal{R}$ tel que pour tout $x\ r\ y \in C$ avec $x, y \in O$ et $r \in \mathcal{R}$, $r \in \lambda(\langle x, y \rangle)$.*

Pour capturer la dimension spatio-temporelle et hypermédia du document multimédia illustrée dans la figure 1, l'ensemble des objets d'une spécification de document multimédia contiendra un ensemble d'objets multimédia ainsi qu'un ensemble de liens hypermédia. De plus, l'ensemble de relations d'une spécification de document multimédia contiendra des relations spatio-temporelles.

Définition 3 (Spécification spatio-temporelle et hypermédia) *Soient O_m un ensemble d'objets multimédia et O_l un ensemble de liens hypermédia. Une spécification spatio-temporelle et hypermédia de document multimédia $s = \langle O, C \rangle$ est composée d'un ensemble d'objets O, avec $O = O_m \cup O_l$, ainsi que d'un ensemble de relations spatio-temporelles C entre les éléments de O.*

Nous considérons qu'une relation spatio-temporelle $r = \langle r_t, r_s \rangle$ est composée d'une relation temporelle r_t ainsi que d'une relation spatiale r_s. Dans cet article, r_t appartient à l'ensemble de relations de Allen [ALL 83] (cf., tableau 1) et r_s appartient à l'ensemble de relations topologiques RCC8 [RAN 92] (cf., figure 2).

relation (r) : x r y	x / y	inverse : y r^{-1} x
before (b)		(bi) after
meets (m)		(mi) met-by
during (d)		(di) contains
overlaps (o)		(oi) overlapped-by
starts (s)		(si) started-by
finishes (f)		(fi) finished-by
equals (e)		(e)

Tableau 1. *Les 13 relations de Allen sur les intervalles (A_{13}).*

Dans la figure 1, nous avons mis en évidence qu'un lien hypermédia est toujours associé à un objet multimédia du document (aussi nommé *ancre*). Par exemple, le lien hypermédia l_1 est associé à l'objet *Acropole*. Par conséquent, une spécification spatio-temporelle et hypermédia devra toujours assurer une relation de dépendance spatio-temporelle entre un lien hypermédia et son ancre.

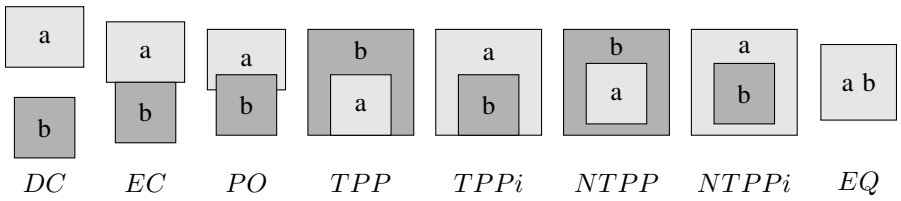


Figure 2. *Les relations spatiales topologiques RCC8.*

Propriété 1 (Dépendance entre un lien hypermédia et son ancre) *Soit une spécification $s = \langle O, C \rangle$. L'ensemble C de relations doit nécessairement exprimer qu'un lien hypermédia $l \in O_l$ appartient à un objet multimédia $m \in O_m$ avec $O = O_m \cup O_l$. D'un point de vue temporel, l est actif seulement lorsque m est exécuté et d'un point de vue spatial l est une zone cliquable contenue dans la zone d'affichage de m.*

Le graphe de relations de la figure 3 illustre la dimension spatio-temporelle et hypermédia du document multimédia de la figure 1. Chaque arc est étiqueté par une relation spatio-temporelle qualitative. Par exemple, la relation spatio-temporelle $\langle e, DC \rangle$ entre les objets multimédia *Acropole* et *Agora* stipule que ces deux objets commence et se termine au même instant (e) dans deux régions d'affichage disjointes (DC). De plus, les dépendances entre les liens hypermédia avec leur ancre respective sont satisfaites. Par exemple, la relation spatio-temporelle $\langle si, EQ \rangle$ entre l'objet multimédia *Acropole* et le lien hypermédia l_1 satisfait la propriété 1.

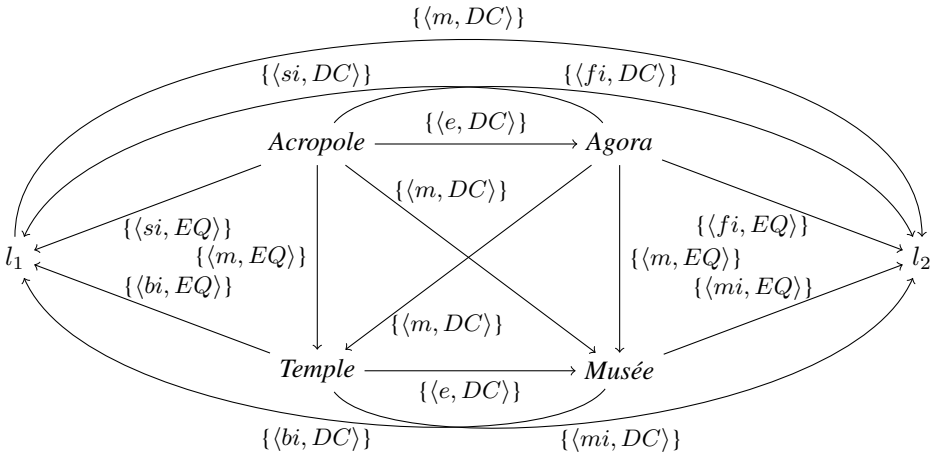


Figure 3. *Graphe de relations correspondant au document de la figure 1.*

Supposons qu'un PDA dispose du profil suivant :

ⓐ un objet multimédia ne doit pas s'exécuter simultanément à un autre objet multimédia.

ⓑ aucune paire d'objets multimédia ne doit être affichée côte à côte.

ⓒ un lien hypermédia doit être actif pendant toute l'exécution de son ancre.

Certaines relations du graphe de la figure 3 sont interdites. Par exemple, la relation entre les objets *Acropole* et *Agora* transgresse les points ⓐ et ⓑ du profil. De plus, la relation entre l'objet *Acropole* et le lien hypermédia l_1 transgresse le point ⓒ.

Dans ce contexte, il est nécessaire d'adapter la spécification du document multimédia, c'est-à-dire modifier toutes les relations interdites par d'autres relations qui satisfont le profil considéré. La section suivante montre notamment comment transformer de manière minimale le graphe de relations initiales.

3. Adaptation de documents multimédia

Les travaux exposés dans [EUZ 03] précisent ce que doit être l'adaptation d'un document multimédia en utilisant une spécification de documents multimédia. Cela consiste à trouver un ensemble de graphes de relations satisfaisant les contraintes d'adaptation de la plate-forme cible à une distance minimale du graphe de relations initiales. Cette distance entre graphes de relations mesure les variations des relations portées sur chaque arc des graphes.

Définition 4 (Distance entre graphes de relations)

$$d(\lambda, \lambda') = \Sigma_{n,n' \in N} \mathrm{Min}_{r \in \lambda(\langle n,n' \rangle),\ r' \in \lambda'(\langle n,n' \rangle)} \delta(r, r')$$

Pour mesurer ces variations entre relations, c'est-à-dire définir δ, la notion de *voisinage conceptuel* est tout d'abord définie.

Définition 5 (Voisinage conceptuel) *Soient deux objets x et y, et une relation entre ces objets $r(x, y)$. Une relation de voisinage conceptuel est une relation binaire $N^X_{\mathcal{R}}$ entre éléments d'un ensemble de relations $\mathcal{R}$ tel que $N^X_{\mathcal{R}}(r, r')$ est vraie si la relation $r(x, y)$ peut aboutir à $r'(x, y)$ par une transformation continue X des objets, sans être transformée en une relation intermédiaire $r''(x, y)$.*

Des relations de voisinage conceptuel entre relations temporelles de Allen et relations spatiales RCC8 sont illustrées respectivement dans [FRE 92, RAN 92]. Un *graphe de voisinage conceptuel* permet de représenter toutes les relations de voisinage conceptuel sur un ensemble de relations $\mathcal{R}$.

Définition 6 (Graphe de voisinage conceptuel) *Un graphe de voisinage conceptuel exprime la relation de voisinage $N_{\mathcal{R}}^{X}$ tel que chaque nœud correspond à une relation de $\mathcal{R}$ et chaque arc entre r et r' correspond à la satisfaction de $N_{\mathcal{R}}^{X}(r, r')$, c'est-à-dire que r et r' sont des relations voisines.*

Un graphe de voisinage conceptuel sur l'algèbre d'intervalles de Allen, nommé $N_{A_{13}}^{A}$, est présenté dans la figure 4(a). Celui-ci correspond à une transformation, nommée A dans [FRE 92], qui déplace de manière continue une extrémité d'un intervalle, sans en affecter l'autre extrémité. Dans ce graphe de voisinage conceptuel, on constate que les relations temporelles de Allen *before* et *meets* sont voisines en appliquant la transformation A ($N_{A_{13}}^{A}(b, m)$ est satisfaite), alors que les relations temporelles *before* et *overlaps* ne le sont pas.

En ce qui concerne la représentation spatiale topologique RCC8, un graphe de voisinage conceptuel, nommé N_{RCC8}^{T}, est présenté dans la figure 4(b). Celui-ci correspond à une transformation T qui dilate de manière continue des objets multimédia de forme rectangulaire (effet de *scaling*).

Une *distance conceptuelle* entre relations peut être calculée à l'aide d'un graphe de voisinage, en utilisant la distance du plus court chemin entre deux relations considérées.

Définition 7 (Distance conceptuelle) *Une distance conceptuelle δ entre deux relations r et r' appartenant à l'ensemble de relations $\mathcal{R}$ est la longueur du plus court chemin entre ces relations dans le graphe de voisinage $N_{\mathcal{R}}^{X}$.*

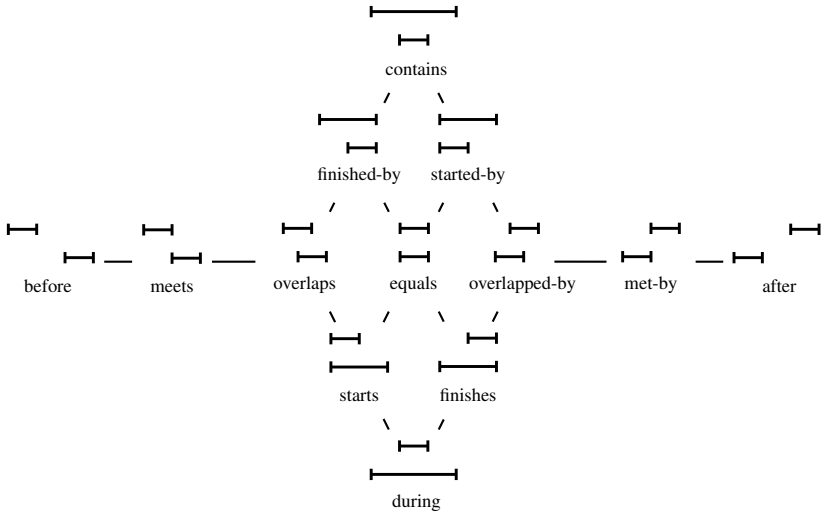
Dans la figure 4(a), $\delta(o, mi) = 5$ car la distance du plus court chemin entre les relations temporelles *overlaps* (o) et *met-by* (mi) dans le graphe de voisinage conceptuel de relations de Allen est 5. Dans la figure 4(b), $\delta(DC, PO) = 3$.

Par conséquent, nous utiliserons, dans la définition 4 en guise de δ, cette distance conceptuelle pour mesurer les variations entre relations.

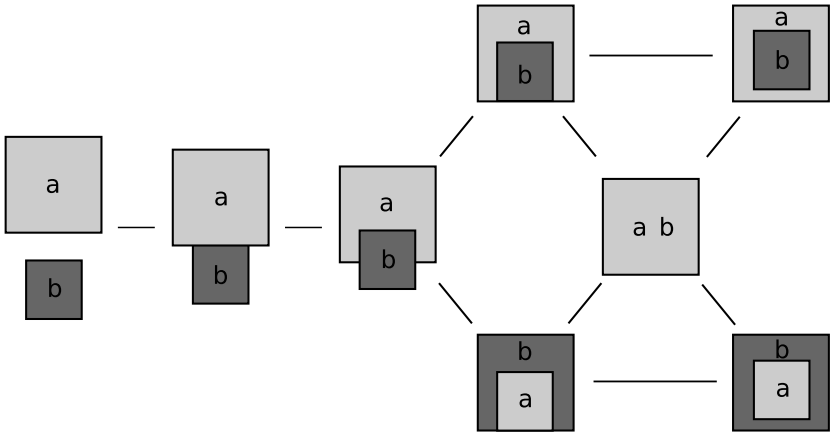
Néanmoins, dans cet article, notre formalisme de représentation du document est composé d'un ensemble de relations spatio-temporelles $r = \langle r_t, r_s \rangle$ avec r_t une relation temporelle de Allen et r_s une relation spatiale RCC8. Pour établir une distance conceptuelle entre relations spatio-temporelles de ce type, nous proposons de sommer les variations sur chacune des deux composantes.

Définition 8 (Distance entre relations spatio-temporelles) *Soient deux relations spatio-temporelles $r_1 = \langle r_t^1, r_s^1 \rangle$ et $r_2 = \langle r_t^2, r_s^2 \rangle$ et deux graphes de voisinage dont un temporel N_t^X et l'autre spatial $N_s^{X'}$. La distance conceptuelle $\delta(r_1, r_2)$ est égale à la somme de $\delta(r_t^1, r_t^2)$ dans N_t^X et de $\delta(r_s^1, r_s^2)$ dans $N_s^{X'}$.*

À l'aide de la définition 8, on peut déduire, par exemple, que $\delta(\langle e, DC \rangle, \langle m, EQ \rangle)$ $= \delta(e, m) + \delta(DC, EQ) = 3 + 4 = 7$.

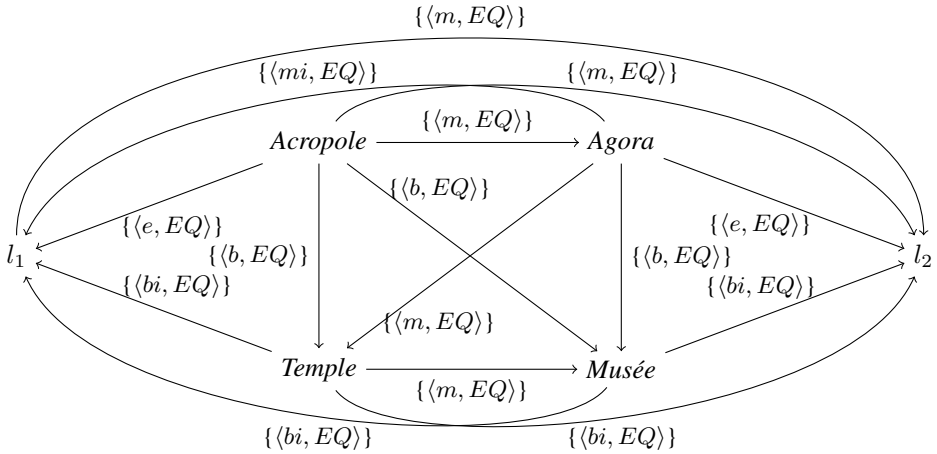


(a) Graphe de voisinage conceptuel de relations de Allen ($N^{A}_{A_{13}}$).

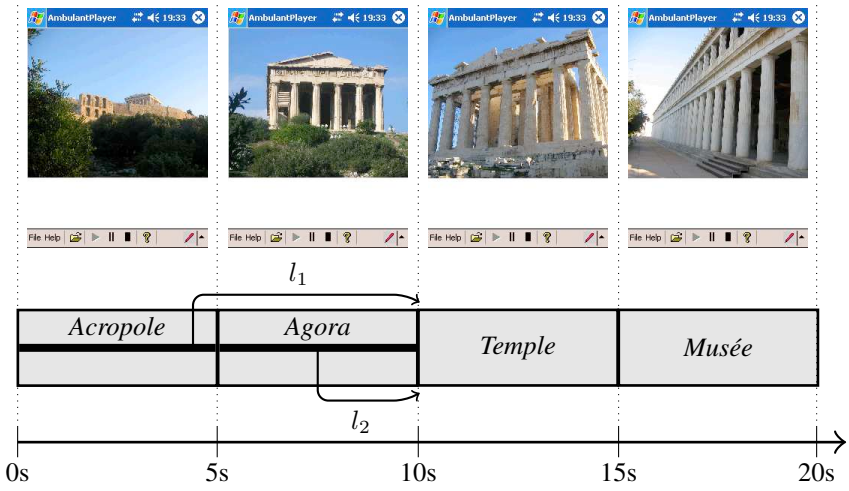


(b) Graphe de voisinage conceptuel de relations RCC8 (N^{T}_{RCC8}).

Figure 4. *Graphes de voisinage conceptuel temporel et spatial.*



(a) Graphe de relations adaptées satisfaisant le profil suivant : ⓐ un objet multimédia ne doit pas s'exécuter simultanément à un autre objet multimédia, ⓑ aucune paire d'objets multimédia ne doit être affichée côte à côte et ⓒ un lien hypermédia doit être actif pendant toute l'exécution de son ancre.



(b) Exécution du document multimédia sur un PDA.

Figure 5. *Une solution d'adaptation proche du document initial.*

Ainsi, le graphe de relations adaptées présenté dans la figure 5(a) est à une distance minimale du graphe de relations initiales ($d = 46$) pour satisfaire le profil du PDA suivant : ⓐ un objet multimédia ne doit pas s'exécuter simultanément à un autre objet multimédia, ⓑ aucune paire d'objets multimédia ne doit être affichée côte à côte et ⓒ un lien hypermédia doit être actif pendant toute l'exécution de son ancre.

Une exécution correspondante est illustrée dans la figure 5(b). Celle-ci est proche de l'exécution initiale car l'ordre d'apparition des objets est préservé au maximum.

Nous avons montré, dans cette section, que notre approche d'adaptation s'applique à des descriptions qualitatives de documents multimédia, notamment spatio-temporelle et hypermédia. Dans la section suivante, nous souhaitons appliquer cette approche à des langages standards de description très utilisés et directement exécutables sur de multiples plates-formes.

4. Adaptation de documents multimédia SMIL

SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) [BUL 05] est un langage standard défini par le W3C permettant de spécifier des présentations multimédia interactives. Celui-ci permet de décrire l'organisation temporelle d'objets multimédia, de spécifier leur disposition spatiale et de définir des liens hypermédia.

La figure 6 présente le document SMIL de la figure 1. Comme illustré dans cette figure, la structure d'un document SMIL est basée sur le langage XML [BRA 04].

```
<smil xmlns="http://www.w3.org/2001/SMIL20/Language">
  <head>
    <layout>
      <root-layout title="Athens" height="200" width="610" />
      <region id="r1" width="300" height="200" left="0" top="0" />
      <region id="r2" width="300" height="200" left="310" top="0" />
    </layout>
  </head>
  <body>
    <seq>
      <par>
        <a id="l1" begin="0s" end="5s" href="#Temple">
          <img id="Acropole" dur="10s"  region="r1" src="Acropole.jpg" />
        </a>
        <a id="l2" begin="5s" end="10s" href="#Temple">
          <img id="Agora" dur="10s" region="r2" src="Agora.jpg" />
        </a>
      </par>
      <par>
        <img id="Temple" dur="10s" region="r1" src="Temple.jpg" />
        <img id="Musee" dur="10s" region="r2" src="Musee.jpg" />
      </par>
    </seq>
  </body>
</smil>
```

Figure 6. *Le document SMIL de la figure 1.*

La racine de ce document est identifiée par le marqueur `smil`. Cette structure est composée essentiellement de deux parties :

– un en-tête (`head`) qui décrit, entre autres, le placement visuel des objets multimédia, les meta-données du document ainsi que les différentes animations de la présentation.

– un corps (`body`) qui permet la synchronisation temporelle des différents éléments du document.

Comme il est possible de le constater dans la figure 6, il n'existe pas dans ce langage de relations qualitatives entre objets comme par exemple l'algèbre de Allen.

Pour appliquer notre approche d'adaptation sur ce type de document multimédia nous proposons de (figure 7) :

① Abstraire le document SMIL vers une représentation qualitative.

② Adapter la représentation qualitative avec notre approche décrite dans la section 3.

③ Instancier un document SMIL adaptée.

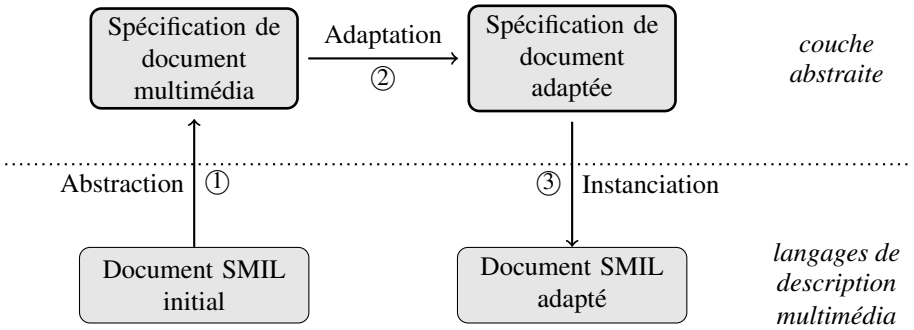


Figure 7. *Adaptation de documents multimédia SMIL.*

Cette approche a été implémentée dans un outil interactif. L'auteur peut éditer, adapter et exécuter des documents SMIL. De plus, celui-ci permet de visualiser les différents enchaînements d'étapes de la figure 7[1].

Pour injecter de façon minimale les informations d'adaptation dans le document SMIL, notre prototype utilise le solveur Cassowary [BAD 01]. Celui-ci contient des outils qui permettent de résoudre des contraintes en ajoutant et supprimant dynamiquement des variables et en mettant à jour la solution automatiquement. Ce solveur satisfait également une fonction objective, c'est-à-dire une expression contenant des

1. Une capture vidéo de notre prototype est disponible à l'adresse suivante : `http://www.inrialpes.fr/exmo/people/laborie/Recherche.html`

variables que le solveur doit minimiser (ou maximiser) pour atteindre une solution optimale. Nous utilisons cette fonction pour réduire l'écart entre les valeurs quantitatives initiales et les valeurs possibles qui satisfont les contraintes d'adaptation.

5. Conclusion

Nous avons proposé une approche qui adapte la dimension spatio-temporelle et hypermédia des documents multimédia. L'originalité de cette approche réside dans le fait que le document adapté est proche du document initial tout en respectant le profil d'une plate-forme cible. Un prototype qui adapte des documents multimédia SMIL a été implémenté pour valider notre approche.

Ce travail peut se poursuivre dans plusieurs directions à la fois théoriques et techniques. En ce qui concerne le premier point, dans les spécifications de documents multimédia nous avons considéré des relations entre objets purement qualitatives. Or, des relations à la fois qualitatives et quantitatives pourraient être employées dans notre approche d'adaptation. Pour que celle-ci manipule ce type de représentation, il convient alors de déterminer les voisinages entre ce type de relations. En ce qui concerne le second point, l'architecture de notre prototype (cf., figure 7) ne se limite pas aux seuls documents multimédia SMIL mais peut être appliquée à d'autres types de documents comme par exemple des documents SVG [FER 03], des pages HTML [RAG 99]... Pour ce faire, il est alors nécessaire de réécrire les fonctions d'abstraction et d'instanciation pour chaque langage.

6. Bibliographie

[ALL 83] ALLEN J., « Maintaining knowledge about temporal intervals », *Communications of the ACM*, vol. 26, n° 11, 1983, p. 832–843.

[BAD 01] BADROS G. J., BORNING A., STUCKEY P. J., « The Cassowary linear arithmetic constraint solving algorithm », *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol. 8, n° 4, 2001, p. 267–306.

[BRA 04] BRAY T., PAOLI J., SPERBERG-MCQUEEN C. M., MALER E., YERGEAU F., COWAN J., « Extensible Markup Language (XML) 1.1 », W3C, 2004, `http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml11-20040204/`.

[BUL 05] BULTERMAN D., GRASSEL G., JANSEN J., KOIVISTO A., LAYAÏDA N., MICHEL T., MULLENDER S., ZUCKER D., « Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.1) », W3C, 2005, `http://www.w3.org/TR/SMIL/`.

[DAL 96] DALAL M., FEINER S., MCKEOWN K., PAN S., ZHOU M., HÖLLERER T., SHAW J., FENG Y., FROMER J., « Negotiation for automated generation of temporal multimedia presentations », *Proceedings of the fourth ACM international conference on Multimedia*, ACM Press, 1996, p. 55–64.

[EUZ 03] EUZENAT J., LAYAÏDA N., DIAS V., « A semantic framework for multimedia document adaptation », *Proceedings of the 18th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 2003, p. 31–36.

[FER 03] FERRAIOLO J., FUJISAWA J., JACKSON D., « Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification », W3C, 2003, `http://www.w3.org/TR/SVG/`.

[FRE 92] FREKSA C., « Temporal Reasoning Based on Semi-Intervals », *Artificial Intelligence*, vol. 54, n° 1–2, 1992, p. 199–227.

[JOU 98] JOURDAN M., LAYAÏDA N., ROISIN C., SABRY-ISMAÏL L., TARDIF L., « Madeus, an authoring environment for interactive multimedia documents », *Proceedings of the 6th ACM Multimedia conference*, 1998, p. 267–272.

[KLY 01] KLYNE G., REYNOLDS F., WOODROW C., OHTO H., HJELM J., BUTLER M. H., TRAN L., « Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP) : Structure and Vocabularies 1.0 », W3C, 2001, `http://www.w3.org/TR/CCPP-struct-vocab/`.

[RAG 99] RAGGETT D., HORS A. L., JACOBS I., « HTML 4.01 Specification », W3C, 1999, `http://www.w3.org/TR/html401/`.

[RAN 92] RANDELL D. A., CUI Z., COHN A., « A Spatial Logic Based on Regions and Connection », NEBEL B., RICH C., SWARTOUT W., Eds., *Principles of Knowledge Representation and Reasoning : Proceedings of the Third International Conference*, Morgan Kaufmann, 1992, p. 165–176.