
Découverte et composition automatique de services d'adaptation multimédia

Jean-Claude Moissinac

*Telecom ParisTech
46 rue Barrault
F-75634 Paris cedex
jean-claude.moissinac@telecom-paristech.fr*

RÉSUMÉ. Dans cet article, après avoir présenté le contexte qui rend nécessaire une extension considérable des possibilités d'adaptation de documents multimédia, nous montrons que ces possibilités peuvent être obtenues par la combinaison de services élémentaires, mais que cela nécessite de disposer de descriptions sémantiques des services pour lesquelles un vocabulaire partagé et des bonnes pratiques restent à définir. Nous identifions une série de travaux qui peuvent contribuer à cette démarche et proposons des bases pour établir ces descriptions. Cet article souligne surtout l'importance de l'élaboration de descriptions sémantiques des grandes familles de traitements multimédias.

ABSTRACT. In this paper, after introducing the necessary context that makes a considerable extension of scope for adaptation of multimedia documents, we show that these opportunities can be obtained by a combination of basic services, but that requires having semantic descriptions of the services for which a shared vocabulary and best practices remain to be defined. We identify a series of works that can contribute to this process and offer a basis for establishing these descriptions.

MOTS-CLÉS: multimédia, web services sémantiques, adaptation, composition de services

KEYWORDS: multimedia, semantic web services, adaptation, service composition

1. Introduction

Notre environnement s'enrichit chaque jour d'un plus grand nombre d'équipements communicants. Chacun d'entre nous tire aujourd'hui parti d'un nombre limité d'équipements, généralement personnels –téléphone, téléviseur, ordinateur portable, tablette, baladeur multimédia- et, déjà, les caractéristiques variées de ces équipements nécessitent d'adapter les services rendus aux terminaux qui permettent d'y accéder. Demain, nous serons sûrement en mesure de bénéficier des possibilités offertes par des équipements présents dans les lieux où nous évoluerons (Rodriguez & al., 2010).

Les limites des méthodes actuelles d'adaptation ne suffisent pas à faire face à la grande variabilité des situations qu'il faudrait prendre en compte : préférences ou besoin des utilisateurs, équipements disponibles, contexte d'utilisation.

Nous montrons ici pourquoi cette situation nécessite de mettre en place des processus d'adaptation largement configurables et proposons une méthodologie pour y parvenir.

Compte tenu de la variété des documents multimédia que les usagers s'échangent, il est difficile d'exiger d'un producteur de contenus multimédia de fournir autant de versions d'un document que de contextes possibles d'utilisation. Définir les moyens permettant l'adaptation des documents variés à des contextes variés -et inconnus jusqu'à l'instant de la consultation- devient alors une nécessité.

Nous considérons qu'il est souhaitable d'offrir aux acteurs de l'Internet, et en particulier de l'informatique ambiante, la possibilité de proposer des ressources de traitement permettant l'adaptation de ces documents. Il faut définir la méthodologie et établir les pré-requis pour permettre un tel fonctionnement.

La section 2 présente un scénario d'usage qui illustre bien la nécessité de pouvoir définir dynamiquement des compositions de services de traitements multimédias. La section 3 présente un ensemble de technologies et de travaux pouvant contribuer ou ayant contribué à la proposition de cet article. La section 4 décrit une architecture générale d'adaptation de documents multimédias. La section 5 donne des indications sur les descriptions de services de traitement sur lesquelles portent nos travaux. En conclusion, la section 6 présente les suites que nous espérons pour ces travaux.

2 Scénario d'usage

Pour éclairer le propos, nous présentons ici un scénario d'usage, inspiré de (Salomoni & al., 2007) et (Kazi-Aoul & al., 2008) dans le prolongement de travaux publiés dès 2004.

Nous supposons que nous sommes sur le campus d'une université internationale. Des cours y sont disponibles sous forme de documents multimédia.

Les situations d'utilisation de ces cours sont variées : pendant un cours présenciel pour suivre l'exposé qui se déroule, chez soi pour réviser, en situation d'exploiter les connaissances du cours, ...

Les utilisateurs accèdent à ces contenus de façon variée également. On aura, par exemple, un utilisateur préférant l'anglais et utilisant un terminal avec un petit écran (5cm x 5cm), mais une plutôt bonne résolution (320 x 320), avec un accès Wifi tandis qu'un autre sera sur un réseau filaire avec un grand écran, préférera l'espagnol. Un utilisateur sera dans une situation où il peut activer le son, un autre pas. Les utilisateurs handicapés peuvent être pris en compte ; par exemple, on affichera du texte plus gros pour un mal-voyant, ou on passera en Text-To-Speech si le contexte le permet.

Enfin, l'apparition de nouveaux terminaux –tablettes, baladeurs multimédia...- aux caractéristiques nouvelles en matière de restitution des médias, mais aussi de capacité d'interaction, impose de prendre en compte ces nouveaux modes d'accès.

Dans un tel contexte, il apparait nécessaire d'avoir un système qui se configure dynamiquement pour réaliser une adaptation convenable d'un document multimédia donné dans un contexte connu seulement au moment de la requête. Le système ne peut pas être limité à un dispositif figé, réalisant un ensemble de tâches d'adaptation fixées pour tenir compte d'une liste d'éléments de contexte pré-définie. Il doit pouvoir se configurer dynamiquement et être extensible.

Notre apport porte sur l'élaboration de descriptions sémantiques de services d'adaptation élémentaires, s'appuyant sur des ontologies. Ces descriptions contribuent à répondre au besoin évoqué ci-dessus, mais peuvent avoir de nombreuses autres utilisations dans le cadre des applications des Web Services Sémantiques. Dans la section suivante, nous allons évoquer un ensemble de travaux qui contribuent à ou complètent notre approche.

3. Travaux connexes

Dans cette section, nous allons aborder une série de travaux qui peuvent contribuer à la démarche présentée dans la suite de ce document.

D'abord, nous posons que les services élémentaires vont être accédés via le réseau. Nous les englobons donc dans la classe très générique des Web Services, qu'il s'agisse de services REST (Fielding R., 2000) ou SOAP (Mitra & al., 2004) ou d'une autre technologie de services.

Afin de parvenir à une exploitation automatisée de ces services, nous avons besoin qu'ils soient décrits, de façon formellement exploitable par des processus informatiques. Le minimum consiste en la description des interfaces du service ; la technologie la plus couramment utilisée pour cela est WSDL (Christensen, 2001). Nous verrons ci-après que cela ne suffit pas.

Donc, nous voulons utiliser un ensemble de services élémentaires qu'on va tenter de faire travailler ensemble pour créer un service plus complexe. Pour cela, de

nombreux travaux portent sur la composition de services. Ils portent généralement sur le fait pour un développeur de créer un processus par appel d'un ensemble de Web Services. Des efforts importants portent sur ce type de production logicielle appliqués à des processus 'métier' dans des entreprises. Un langage s'est dégagé pour la description du workflow ainsi créé pour superviser les services appelés : WS-BPEL (Jordan, 2007). Des 'moteurs d'exécution' sont capables de superviser l'exécution d'un processus défini avec WS-BPEL (citons par exemple le projet ODE¹ de la fondation Apache).

Un développeur peut lire une spécification de service écrite en texte clair pour en comprendre le rôle ou faire une recherche dans un entrepôt de services –par exemple UDDI²- pour trouver un service qui répond à ses attentes.

Pour créer une composition automatique de services, la description WSDL ne suffit pas : décrire en WSDL qu'un service prend en entrée une URL ne permet pas de savoir que cette URL doit permettre l'accès à une image, ni de comprendre quelle transformation va être appliquée à cette image. Nous avons besoin que soit décrit le rôle et les effets de chaque service : ce sera le rôle d'une description sémantique des services. Plusieurs techniques de description sémantique des services ont été proposées, notamment : SAWSDL (Farrell & al., 2007), OWL-S (Martin, 2004), WSML (de Bruijn, 2005). L'utilisation de OWL-S pour décrire des adaptateurs multimédia a, par exemple, été proposée dans le cadre de MPEG-21 (MPEG-21, 2007). Le besoin s'est fait sentir de décrire certains effets d'un service à l'aide de règles. En langage courant, une règle peut par exemple définir une partie de l'effet d'une opération de redimensionnement d'image : 'si l'objet media a une largeur et que le service est appliqué, alors la largeur de l'objet media sera changée'. Le langage SWRL (Horrocks, 2004) a été proposé pour représenter de telles règles.

La planification automatisée de la composition de services qui doit être faite n'a pour l'instant donné lieu qu'à un petit nombre de travaux. Pour ce qui est du multimédia, les solutions proposées sont, par exemple, des heuristiques (Kimiaei-Asadi, 2005), une exploration systématique des possibilités (Lardon, 2010) ou des méthodes plus complexes basées sur des règles décrivant une forme d'expertise (Zeng, 2003), (Jannach, 2006), (Reiterer, 2007). Une solution intéressante a été proposée par (Girma, 2005) ; elle conclue cependant par l'idée qu'une ontologie de services d'adaptation multimédia pourrait aider à résoudre les problèmes laissés ouverts par la solution proposée. La recherche d'une telle ontologie et de la façon de l'utiliser est au cœur de notre proposition.

Des travaux très significatifs ont été menés autour de ces concepts dans le cadre de l'initiative européenne ESSI ; WSML (de Bruijn, 2005) est un langage défini

¹ <http://ode.apache.org/>

² <http://www.oasis-open.org/specs/index.php#uddiv2>

pour formaliser la modélisation de web services proposées par WSMO³; WSMX⁴ définit un environnement d'exécution de services ainsi définis.

De très nombreux travaux ont porté au cours de la dernière décennie sur l'adaptation de documents multimédia. On trouvera des exemples significatifs et des éléments d'état de l'art dans ces travaux (Pellan, 2009)(Scherp, 2006). (Lopez, 2005) a proposé une méthode pour choisir directement un service adapté –sous réserve qu'il existe- à partir d'une demande initiale et d'un contexte ; la proposition porte plus sur le choix d'un service adapté en fonction d'un contexte, où elle a un véritable apport, que sur l'obtention du service adapté lui-même.

MPEG-21 DIA (MPEG-DIA, 2007) permet de définir les adaptations souhaitées sur les médias composant un document. Cette approche reste insuffisante parce qu'il n'y a pas de possibilités de description des dépendances entre adaptation des différents média. Par exemple, si je décris qu'en dessous d'une certaine taille d'écran, je n'affiche plus une certaine image, j'ai ainsi libéré de la place qui peut être utilisée pour un texte. Mais cette dépendance de l'adaptation du texte en fonction de celle de l'image ne peut pas être décrite.

Encore aujourd'hui, dans beaucoup de cas, l'adaptation est effectuée soit au niveau du serveur en apportant à une requête une réponse différente en fonction de ce qu'on sait du contexte d'émission de la requête, ou au niveau du client –par exemple par du script- en exploitant localement ce qu'on sait du terminal et de son utilisateur. La notion de proxy d'adaptation a été introduite et connaît des développements industriels (Kazi-Aoul , 2008)(Rabin, 2009).

Un travail très approfondi sur la description sémantique de services multimédia a été mené par Bernhard Reiterer ; les résultats en sont principalement disponibles en allemand (Reiterer, 2007). Très peu de travaux portent sur la composition automatique de services appliquée au multimédia, citons cependant (Derdour, 2010) qui propose une méthodologie d'assemblage de services élémentaires via des services qui assurent une médiation afin de rendre compatible les entrées de certains services avec les sorties d'autres services.

4. L'architecture générale d'un système d'adaptation distribuée

La figure 1 présente le principe général d'un système d'adaptation distribuée tel qu'envisagé dans cet article.

³ <http://www.wsmo.org/> (vérifié le 28/2/2011)

⁴ <http://www.wsmx.org/> (vérifié le 28/2/2011)

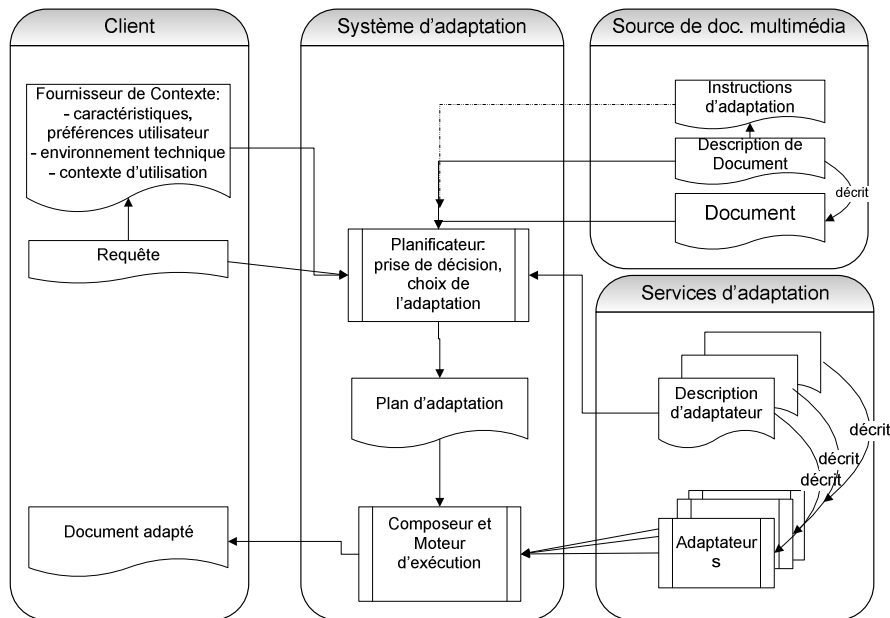


Figure 1 Principe général d'un système d'adaptation distribuée

Un utilisateur demande un document multimédia. Sa demande transite par un système d'adaptation. Elle est accompagnée explicitement ou implicitement d'un contexte d'utilisation. On trouvera dans (Moissinac, 2009) une version développée des descriptions qui suivent.

- le **planificateur**: il prend en entrée la description du document multimédia et la description du contexte et produit un graphe d'adaptation, c'est-à-dire la description d'une série d'étapes élémentaires, éventuellement soumises à des conditions, exécutées en parallèle ou en séquence, qui permettent d'obtenir le document adapté;
- le **fournisseur de contexte**: un composant du dispositif doit fournir le contexte; en fait, comme de nombreux travaux traitent de la collecte et de la mise à disposition du contexte, nous laissons cette question hors de notre champ d'investigation et considérons qu'une 'boîte noire' est disponible et fournit le contexte,
- la **source de document multimédia** composé: un composant doit permettre d'obtenir une description du document multimédia à adapter (source, nature...),
- le **composeur**: recherche des services nécessaires, tandis que le **moteur d'exécution** exécute le plan et supervise l'exécution des services retenus; à la fin de l'exécution, il fournit le résultat de l'adaptation ou un lien vers ce résultat,
- les **adaptateurs élémentaires**: ces composants assurent une adaptation spécifique sur une partie du document.

Le principe général est le suivant. Un cycle d'adaptation est initié par un consommateur qui envoie au **planificateur** une requête, composée d'une référence à un document multimédia et d'une référence au contexte. Le planificateur utilise ces informations pour appliquer ses algorithmes d'adaptation. Il décide quel sera l'enchaînement des opérations d'adaptation. Le plan d'adaptation est envoyé au **composeur** qui cherche les **adaptateurs élémentaires** correspondants pour constituer un enchaînement, en séquence ou en parallèle, d'adaptateurs prêts à être exécutés. L'exécution de cet enchaînement est supervisée par le **moteur d'exécution** et renvoie une référence permettant d'accéder au document adapté.

5. La description des adaptateurs

5.1 L'adaptation de médias élémentaires

La plupart des adaptateurs que nous voulons prendre en compte assurent une opération élémentaire sur une catégorie de média.

Nous devons d'abord lister les médias sur lesquels peuvent porter nos adaptateurs. Au-delà d'une liste triviale – texte, image, audio, vidéo-, nous pensons qu'il est nécessaire de prendre en compte d'autres médias, par exemple :

- une partition n'est ni un texte, ni une image, ni du son, bien qu'elle puisse être transformée dans ces trois formes,
- une carte n'est ni du texte, ni une image ; c'est un objet plus complexe qui constitue bien un média.

Dans l'état actuel de nos descriptions, nous avons aussi introduit : le graphique 2D, le graphique 2D animé, le graphique 3D, le graphique 3D animé.

Il est nécessaire d'établir une méthodologie qui permette l'extension –définir un nouveau média utile par exemple dans un secteur d'activité- ou la spécialisation – par exemple pour distinguer l'audio-parole de l'audio-musique- de cette liste.

Nous voyons ici que sur certains médias la dimension de l'évolution temporelle du média peut être importante ; nous ne sommes pas encore sûr de la meilleure classification à adopter (est-ce qu'un graphique 2D est un cas dégénéré du graphique 2D animé ? est-ce qu'un graphique 2D animé est une extension du graphique 2D auquel est ajouté la définition du mode de transformation temporel de ce graphique ?

A chaque type de média doit être associé une série de caractéristiques pouvant contribuer à le définir. De nombreuses ontologies se sont attachées à définir les médias usuels et leurs caractéristiques représentatives. Cette multiplication est due au fait que chacune des représentations a sa pertinence dans un cadre applicatif donné, mais constitue un réel problème dans notre approche. Le W3C a entrepris une démarche pour assurer des correspondances entre modèles de description chaque fois que cela est possible (WonSuk Lee, 2010). Dans un travail préliminaire

de 2007 (Hausenblas, 2007), de l'ordre d'une vingtaine de modèles traitant d'au moins une partie des médias avaient été identifiés ; nous en avons trouvé d'autres. Dans les travaux sur WSMX, le concept de 'Data Mediation' (Cimpian, 2006) a été introduit et peut être une voie pour faire face de façon automatisée à ce problème. On retrouve un concept analogue dans (Derdour, 2010) dans un travail portant sur l'adaptation des entrées/sorties dans un diagramme UML représentant un processus de traitement multimédia .

5.2. Les adaptateurs

Dans (Moissinac, 2009), nous avons décrit les grandes catégories –transmodeur, transformeur, transcodeur, extracteur, compositeur- qui nous servent de base à la définition de classes de services. Ces catégories sont ensuite affinées en fonction du média qu'elles prennent en entrée et de celui qu'elles fournissent en sortie. Nous avons entrepris une démarche systématique de description des adaptateurs et avons identifiés déjà une quarantaine de types d'adaptateurs pertinents.

Par exemple :

- la vocalisation automatique de texte (text to speech) est un transmodeur de texte vers audio qui a pour principale entrée un texte et pour principale sortie une séquence audio,
- le changement d'échelle d'une image est un transformeur qui passe d'une image à une autre image en changeant certaines caractéristiques.

Il est ainsi possible donner une description sémantique d' un ensemble de classes de services directement instanciables par des services existants :

- classe transformeur/changement d'échelle, applicable aux medias Image, Video, Graphique 2D, Graphique 2D animé,
- classe transformeur/résumé, applicable au Texte, à la Vidéo, à l'Audio...

Chaque fois que cela est possible un adaptateur sera mis dans une des classes principales. A défaut d'être en mesure d'entrer dans une de ces classes, une dernière classe permet de mettre tous les autres adaptateurs.

La classe complémentaire comportera par exemple les adaptateurs spécifiques d'un traitement particulier sur un type ou un format de document spécifique –par exemple, un adaptateur de document Powerpoint.

Chaque adaptateur élémentaire doit avoir une description WSDL pour entrer dans la mécanique d'appel des services SOA. Mais, comme cela est maintenant bien identifié, WSDL ne donne que des informations techniques sur la façon dont se fait l'appel et pas d'informations sur le sens à donner aux paramètres, la nature du résultat, les conditions préalables à l'appel du service (pré-condition) ou l'effet sur le 'monde' de l'exécution du service. Dans une certaine mesure, ces informations vont

être héritées de l'ontologie. Mais, chaque service peut avoir des particularités; par exemple:

- le type d'un paramètre n'est pas exactement celui défini dans l'ontologie et on doit définir le mapping entre le type fourni et le type attendu par le service,
- des contraintes pèsent sur un paramètre; par exemple, la largeur et la hauteur d'une image à redimensionner ne peuvent être modifiés que de façon homothétique,
- des contraintes techniques pèsent sur le traitement; par exemple, la taille des données transmises est limitée,
- enfin, au service peuvent être attachées des pré-conditions d'une nature qui n'a rien à voir avec les fonctions du service (contrôle d'accès, sécurité, ...); ces conditions font appels à des notions qui sortent du domaine fonctionnel qui nous occupe, le multimédia, et relèvent donc d'autres notions, d'autres descripteurs, d'autres ontologies, hors domaine.

Plusieurs solutions techniques ont été proposées pour compléter la description WSDL, pour l'enrichir sémantiquement. Nous avons entrepris des expérimentations avec plusieurs solutions (OWL-S, WSML, SAWSDL, description propriétaire par extension de WSDL).

Nous considérons que conceptuellement, ce n'est pas le média que l'on fournit à l'adaptateur, mais la méthode d'accès au média à adapter. En pratique, les adaptateurs actuellement utilisés prennent en entrée une URI permettant d'accéder au média.

L'ensemble des descriptions considérées comme nécessaires dans le contexte des Web Services Sémantiques (SWS) sont souvent désignées par l'acronyme IOPE – Input Output Precondition Effects.

Dans le cas d'un traitement de média, le minimum est de déterminer quelles caractéristiques du media ont été changées et les descripteurs obtenus pour le résultat de la transformation.

En suivant les travaux de (Reiterer, 2007), nous considérons différentes versions adaptées d'un même document multimédia comme des variantes de ce document. Nous pourrions décrire le résultat d'une adaptation, non pas exhaustivement –ce qui ne serait pas possible- mais par les modifications formellement décrites apportées à certaines caractéristiques de la variante d'origine.

Dans le principe général, nous considérerons que tous les attributs d'un média transformé restent identiques sauf ceux dont on décrit la nature de la transformation. Cela a un avantage si des descripteurs sont ajoutés : les adaptateurs qui s'appuyaient sur l'ontologie sans ce descripteur travaillent, par défaut, comme s'il était acquis qu'ils ne modifient pas ce descripteur ; cette hypothèse paraît pertinente car, si ce

n'était pas le cas, cela voudrait dire qu'au moment de la description de l'adaptateur, on a oublié un élément important de la description de son effet.

Par exemple, regardons deux services de réduction des dimensions d'une image, le cropping et le scaling. Dans les deux cas, le résultat reste une image, qui constitue une variante de l'image d'origine. Dans les deux cas, les caractéristiques largeur et hauteur de l'images sont modifiées par la transformation. Ce qui différencie les deux transformations, c'est que dans le cas d'un crop, l'image résultant de la transformation est une portion extraite de l'image d'origine (la notion de portion existe, par exemple dans MPEG), tandis que dans le cas d'un changement d'échelle, l'image résultante est le produit d'un traitement de l'ensemble des données de l'image. La plupart des autres caractéristiques restent inchangées. La quantité de données représentant l'image adaptée peut avoir diminué.

A travers cet exemple, nous voyons la difficulté que peut représenter la description des adaptateurs, mais aussi la richesse de l'approche qui consiste à constituer un large catalogue de telles descriptions. Nous avons entrepris ce travail, qui s'affine progressivement ; nous avons eu connaissance de travaux analogue, par exemple à l'Université de Klagenfurt, mais il semble que l'ensemble des travaux que nous avons recensés sont actuellement stoppés.

La communauté d'étude sur les traitements et l'adaptation multimédia et celle sur les Web Services Sémantiques bénéficieront de progrès sur ce type de descriptions. Un travail collectif sera nécessaire pour aboutir à des concepts et un vocabulaire partagés, ainsi qu'une représentation formelle admise et des outils facilitant la spécification de nouveaux services sur la base des modèles proposés.

5.3. L'adaptation d'un service multimédia

Dans le travail de Benoit Pellan (Pellan, 2010), trois dimensions de l'adaptation d'un service multimédia doivent être prises en compte : l'adaptation spatiale, l'adaptation temporelle, et l'adaptation des interactions.

La prise en compte approfondie de l'ensemble de ces trois dimensions pour tous les types de médias et toutes les catégories d'adaptation a été entreprise, mais reste à compléter.

Nous retenons l'hypothèse de Pellan qu'il est possible d'obtenir des résultats utiles en considérant que ces trois dimensions peuvent être traitées de façon disjointes, puis que des combinaisons des adaptations retenues suivant chaque axe peuvent être choisies.

D'une part, des travaux tels que ceux de (Kimiaei-Asadi, 2005) proposent des processus d'adaptation de la mise en page d'un document. D'autre part, nous explorons les possibilités de représentations abstraites des interactions qui pourraient ensuite permettre des instanciations concrètes adaptées à chaque situation.

6. Conclusion

Nous sommes convaincus que l'approche proposée sera, dans l'avenir, suivie par d'autres travaux de recherche. En effet, elle répond à la nécessité de passer du stockage distribué aux traitements distribués. Cette approche bénéficie des ressources logicielles inutilisées, de la bande passante et des capacités de traitement disponibles sur le réseau Internet de façon décentralisée et dynamiquement reconfigurée. Ces caractéristiques sont particulièrement propices à la généralisation d'une informatique pervasive.

7. Remerciements

Ces travaux ont notamment été soutenus dans le cadre du projet MOBIC et du laboratoire UBIMEDIA avec Alcatel/Lucent.

8. Bibliographie

- Christensen E., Curbera F., Meredith G., Weerawarana S., (2001) *Web Services Description Language (WSDL) 1.1* <http://www.w3.org/TR/wsd1>
- Cimpian E., Kerrigan M., (2006) *WSMX Process Mediation* DOI 10.1.1.142.7559
- de Bruijn J., Lausen H. & al. (2005) *Web Service Modeling Language* <http://www.w3.org/Submission/WSML/>
- Derdour M., Ghoualmi Zine N., Roose P., Dalmau M. (2010) *UML-Profile for Multimedia Software Architectures* International Journal of Multimedia Intelligence and Security
- Farrell J., Lausen H., & al. (2007) *Semantic Annotations for WSDL and XML Schema* <http://www.w3.org/TR/sawSDL/>
- Fielding R., (2000) *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures* PhD Dissertation, University of California, Irvine
- Girma B, Brunie L, Pierson J. *Content Adaptation in distributed multimedia Data Management* Journal of Digital Information Management, special issue on Distributed Data Management, Vol.3 No 2, June 2005
- Hausenblas M.& al., (2007) *Multimedia Vocabularies on the Semantic Web* <http://www.w3.org/2005/Incubator/mmsem/XGR-vocabularies-20070724/> (lien vérifié le 28/2/2011)
- Horrocks I., Patel-Schneider P.F., Boley H., Tabet S., Grosz B., Dean M.,(2004) *SWRL: A Semantic Web Rule Language*
- Jannach D., Leopold K., Timmerer C., Hellwagner H.,(2006) *A knowledge-based framework for multimedia adaptation*, Applied Intelligence, 24(2), , 109-125.
- Jordan D., Evdemon J., & al. (2007) *Web Services Business Process Execution Language Version 2.0* <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html>

- Kazi-Aoul Z., Demeure I. et Moissinac J. C., (2008), *PAAM: a Web Services Oriented Architecture for the Adaptation of Composed Multimedia Documents*, "Parallel and Distributed Computing and Networks (PDCN)", Innsbruck, Austria.
- Kimiaei-Asadi M., Dufourd J-C.,(2005) *Context-aware Semantic Adaptation of Multimedia Presentations*, Proc. IEEE International Conference on Multimedia & Expo (ICME 2005), Amsterdam, pp 362-365, July 2005
- Lardon, J (2010). *Proxy d'Interface Homme Machine : Apport des algorithmes génétiques pour l'adaptation automatique de la présentation des documents Web* Thèse Informatique. Saint-Etienne : Université Jean Monnet
- Lopez-Velasco C., Villanoca-Oliver M. Gensel J., Martin H. *Adaptabilité à l'utilisateur dans le contexte de services Web, Extraction des connaissances : état et perspectives* Revue Nouvelle des Technologies de l'Information, RNTI-E, ed. Cépaduès, 2005, pp 153-158
- Martin D., & al (2004) *OWL-S: Semantic Markup for Web Services* <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>
- Mitra N. & al. (2004), *SOAP Version 1.2 Part 0 : Primer*, (link check : 3/3/2011) <http://www.w3.org/TR/2003/REC-soap12-part0-20030624/>
- Moissinac J.C., Demeure I., Kazi-Aoul Z., *Services d'adaptation de contenus multimédia, composition de services et pair-à-pair*, CRIMES 09, St-Denis de la Réunion
- MPEG-21 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N6168, *MPEG-21 Part7: Digital Item Adaptation*, Mars 2007
- Pellan B., Concolato C., (2009), *Authoring of Scalable Multimedia Documents*, Multimedia Tools and Applications, vol. 43, n° 3, pp. 225-252.
- Rabin J., (2010) *Guidelines for Web Content Transformation Proxies 1.0* <http://www.w3.org/TR/ct-guidelines/>
- Reiterer B., (2007) *Beschreibung von Multimedia-Adaptierungsoperationen als Semantic Web Services* PhD dissertation, Klagenfurt University
- Rodriguez B. H., Moissinac J.-C. et Demeure I., (2010), *Multimodal services for the pervasive semantic web*, UBIMOB 2010, Lyon
- Salomoni P., Mirri S., Ferretti S., Rocchetti M. (2007) *E-Learning Galore! Providing Quality Educational Experiences Across a Universe of Individuals with Special Needs through Distributed Content Adaptation*, DFMA 2007
- Scherp A. (2006) *A Component Framework for Personalized Multimedia Applications* PhD Dissertation, University of Oldenburg
- WonSuk Lee, (2010) *Ontology for Media Resource* , <http://www.w3.org/TR/mediaont-10/> (vérifié le 28/2/2011)
- Zeng L., Benatallah B., Dumas M., Kalagnanam J., Sheng Q.Z, *Quality Driven Web Services Composition*, Proc. International WWW Conference, 2003, Budapest