نمذجة خدمات الوب الدلالي ضمن منهجيات هندسة الوب

م. علاء المغربي* **د. محمد الحجّي****

الملخص

تسمح منهجيات هندسة الوب Web Engineering (مثل RMM, HERA, UWE, WebML) بتمثيل خدمات الوب العادية Web Services ونمذجتها ضمن دورة الحياة البرمجية لتطوير تطبيقات الوب Web Development ضمن ما يسمى البنى الموجهة بالخدمات (SOA) Service Oriented Architecture، ولكن تتفاوت هذه المنهجيات في طريقة دعمها وحجمها لتمثيل مكونات الوب الدلالي وخصوصاً مكونات خدمات الوب الدلالي Semantic Web Services (SWS) وفق أطر العمل المختلفة.

يقدم هذا البحث مقارنة بين منهجيات هندسة الوب المختلفة بشكل عام مع التركيز على طريقة دعمها لتمثيل مكونات الوب الدلالي وخدمات الوب العادية. ونبين هنا قصور هذه المنهجيات في نمذجة خدمات الوب الدلالي، ثم نقدم توسعة لمنهجية معروفة WebML وإضافة مخططات إضافية لنمذجة خدمات الوب الدلالي وفق الإطار DAML-S وبناء أداة برمجية لتوليد هذه الخدمات آلياً اعتماداً على هذه المخططات وإجراء عملية المطابقة Matching بين الإعلان والطلب عن خدمة وترتيب نتائج المطابقة الدلالية Semantic Ranking.

الكلمات المفتاحية: هندسة الوب – خدمات الوب الدلالي – WSMO - DAML-S – WebML

* أعد هذا البحث في سياق رسالة الماجستير للطالب المهندس علاء المغربي– كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة دمشق بإشراف الدكتور محمد الحجّي.

** قسم هندسة البرمجيات ونظم المعلومات- كلية الهندسة المعلوماتية -جامعة دمشق.

1. مقدمة

انتشرت تطبيقات الوب على شبكة الإنترنت بشكل واسع جداً، وتعددت الخدمات التي تقدمها هذه التطبيقات حتى أصبحت تماثل التطبيقات المكتبية في تعقيدها بل وتضيف إليها مجموعة من الخصائص الإضافية التي تتعلق بخصائص تطبيقات الوب مثل (التجوال Navigation والعرض Presentation والتكيُّف Adaptation والجلسة Session وتعدد فئات المستخدمين وغيرها..) مما أوجد الحاجة إلى تطوير مفاهيم هندسة البرمجيات لتغطية هذا الجزء من التطبيقات، فظهرت هندسة الوب وظهرت العديد من المنهجيات Methodologies في هذا المجال مثل:

(RMM: Relationship Management Methodology, OOHDM: Object-Oriented Hypermedia Design Methodology, UWE: UML Based Web Engineering, HERA, WEBML: Web Modeling Language)

تركز منهجيات هندسة الوب على دعم مراحل محددة في تطوير تطبيقات الوب فبعض المنهجيات تركز على ما تسميه مرحلة نموذج النص التشعبّي Hypertext Model مثل RMM [1]، وبعضها يركز على نمذجة مفهوم التكيّف مثل HERA [2]، ومنهجية UWE تركز على نمذجة التطبيق بالشكل الذي يسمح بتوليد الرماز بشكل آلي أو نصف آلي [3]، بينما تحاول منهجية WebML نمذجة مكونات تطبيق الوب بالشكل العملي الذي يقترب -إلى حد بعيد- من واقع تطوير التطبيقات مستخدمة رموزاً بيانية ملائمة لواقع التطوير فضلاً عن تغطيتها لمعظم مراحل تطوير تطبيقات الوب [4].

ظهر في المدة الأخيرة مفهوم خدمات الوب الدلالي Semantic Web Services (SWS) كنتيجة لإضافة البعد الدلالي إلى خدمات الوب العادية مما يتيح إمكانية أتمتة عمليات النشر[1] Publication والاكتشاف Discovery والاختيار Selection والتجميع Composition لهذه الخدمات.

تتفاوت هذه المنهجيات في دعمها لتمثيل مكونات الوب الدلالي وخدماته Semantic Web Services Modeling إذْ إنَّ إضافة البعد الدلالي يتطلب إضافة مكونات جديدة مثل الأنطولوجيا Ontology ولغات تمثيلها وأطر العمل المختلفة التي تعمل ضمنها مثل WSMF وDAML-S وغيرها. مما يتطلب من منهجيات هندسة الوب نمذجة هذه المكونات بشكل واضح ومفهوم ويؤمن في الوقت نفسه إمكانية التوليد الآلي لملفات توصيف خدمات الوب الدلالي وفق الأطر المختلفة.

تتكون هذه الورقة من مجموعة من الفقرات، حيث تعرض الفقرة الثانية مجموعة من المفاهيم النظرية لمنهجيات هندسة الوب مثل (WebML, UWE, OOHDM, HERA, RMM) والمرور السريع على مراحل العمل ونقاط القوة والضعف فيها والمقارنة بينها. بعدها نشرح خدمات الوب العادية وخدمات الوب الدلالي من الناحية النظرية وإطارات العمل الخاص بها وطريقة نشر نتائج البحث واكتشافها وترتيبها عن هذه الخدمات. في الفقرة الثالثة نتحدث عن الأعمال السابقة ذات العلاقة وخصوصاً فيما يتعلق بنمذجة خدمات الوب العادية ضمن منهجية WebML.

الفقرة الرابعة تعرض الجزء الرئيس من هذا البحث، وهو توسيع منهجية WebML لنمذجة خدمات الوب الدلالي مع إضافة الرموز الجديدة اللازمة، وتوضيح خطوات النمذجة مع شرح مثال توضيحي، ثم نستعرض

[1] يرد شرح هذه العمليات لاحقاً

ميزات وخصائص الاداة التي قمنا بتطويرها لتوليد هذه الخدمات وإجراء عملية المطابقة بين الإعلان عن الخدمة وطلبها وخوارزمية ترتيب النتائج وكيفية استخدامها مع شرح مثال عن عملية التوصيف والمطابقة وترتيب النتائج. أخيراً تتناول الفقرة الخامسة الخلاصة والآفاق.

2.الخلفية النظرية

2-1- هندسة الوب: هي تطبيق مقاربات (مفاهيم، وطرائق، وتقنيات، وأدوات) منهجية قابلة للقياس للقيام وبشكل مجدٍ بالنسبة إلى الكلفة بتحليل المتطلبات والتصميم والتنجيز والاختبارات والتشغيل والصيانة لتطبيقات وبّ عالية الجودة. وهندسة الوب هي أيضًا الفرع العلمي الذي يهتم بدراسة هذه المقاربات [5].

تختلف المنهجيات في مراحلها، ولكن يمكن تلخيص مراحل تطوير تطبيقات الوب بشكل عام بالمراحل الآتية: التواصل --> التخطيط --> النمذجة --> البناء --> النشر.

2-2- منهجيات هنسة الوب:

2-2-1- منهجية RMM: لا تدعم منهجية RMM دورة حياة برمجية كاملة، ولكن تركز على بعض المراحل الحرجة من دورة حياة تطبيق الوب البرمجية [6].

تتكون منهجية RMM من مجموعة من المراحل الرئيسة:

- مرحلة تصميم علاقات الكيانات Entity Relationships Design وينتج عنها مخطط علاقات الكيانات ER Diagram.
- مرحلة تصميم الكيانات Entity Design: تحدد كيف ستعرض المعلومات المختارة من الكيانات للمستخدم وآلية الوصول إليها من قبل المستخدم أيضاً.

مرحلة تصميم الملاحة Navigation Design: يهدف إلى وضع البنية الأساسية للتجول ضمن التطبيق حيث كل علاقة في مخطط ER Diagram تحلّل ونحدد هل كانت مناسبة لمخطط التجوال أم لا؟.

2-2-2- منهجية HERA: طورت منهجية HERA بالاعتماد على منهجية RMM لتغطية مفهوم التكيُّف Adaptation الذي تفتقر إليه منهجية RMM وإضافة مفاهيم الدلالة إلى المنهجية الجديدة. كما تهدف منهجية HERA إلى أتمتة عملية توليد طبقة العرض Presentation لتأمين عملية التكيّف للمستخدمين. تتميّز منهجية HERA بالمكاملة بين مصادر البيانات المختلفة وبأنها تتعامل مع البيانات نصف المهيكلة وبدعم مفهوم التكيّف [7].

تتشابه منهجية HERA في المراحل مع منهجية RMM مع إضافة واحدة، وهي إضافة البعد الدلالي إلى المراحل. وإضافة مرحلة النموذج المفاهيمي Conceptual Model التي ستُعتَمَدُ عليها في صياغة المفاهيم الدلالية للتطبيق. تدعم HERA نمذجة البعد الدلالي بشكل مفاهيمي لكنها لا تمثل مكوناته بشكل عملي وواقعي مثل WebML ولا تدعم أيضاً نمذجة خدمات الوب الدلالي.

2-2-3- منهجية OOHDM: تشبه منهجية RMM من حيث فصل المراحل عن بعضها (العرض-التجوال ..) وتستخدم لبناء تطبيقات الهايبر ميديا الضخمة. تركز على كون تطبيق الوب يحمل صفات التطبيق الكلاسيكي ومن ثمَّ المحافظة على النموذج الغرضي التوجه في النمذجة[8].

تعدُّ مرحلة التنجيز سهلة نوعاً ما وخاصة أن مخططات المراحل السابقة بنيت على المفاهيم الغرضية التوجه. إذاً تحاول هذه المنهجية توسيع مفهوم UML بإضافة بعض

الرموز والأدوات لتمثيل التحكم بالنفاذ Access control والروابط والتجوال وغيرها. وتركز على التجوال وتصميم الواجهات المجرد Abstract Interface Design ولا يمكن مقارنتها بمنهجيات مثل WebML في هذا الإطار. كما تعتمد OOHDM على دورة حياة برمجية قياسية كاملة لأنها في الأغلب تعدُّ توسيعاً لمفهوم النمذجة الموحدة Unified Processولكنها لا تتطرق إلى موضوعات الوب الدلالي Semantic web والوكلاء الأذكياء.

2-2-4- منهجية UWE: وهي منهجية غرضية التوجه، تتميّز بأنها حاولت تلافي نقاط ضعف المنهجيات الأخرى، والتركيز على دورة حياة برمجية كاملة، مع توصيف جيد للمتطلبات ومراعاة خصائص تطبيقات الوب والتركيز على التوليد الآلي و نصف الآلي للتطبيقات [3].

تضم منهجية UWE ما يأتي :

1-الترميزات Notations: للتمثيل البياني للعناصر وتعتمد اعتماداً أساسياً على العناصر البيانية المستقاة من UML وإضافة توسيعات إضافية لها عند الضرورة.

2-الطرائق Methods: تدعم التوليد نصف الآلي للتطبيق.

3-نموذج التعريف Meta Model: لتوصيف المعلومات والنماذج بشكل عالي المستوى لدعم التوليد الآلي للتطبيق، وتكمن أهميته في أنه يزودنا بنموذج دلالي لارتباط العناصر، كما يعدُّ ضرورياً لعملية التوليد الآلي للرماز و عملية تفقد النموذج Model Checking.

4-الإجراء Process: تدعم دورة حياة برمجية قياسية.

لنمذجة خصوصيات تطبيقات الوب في UWE أُضيفَتْ ملحقات (توسيعات) إلى منهجية UML تسمى UML Profile [9]، ونقصد بها مجموعة التعديلات غير الجوهرية (البسيطة) على UML مثل: القوالب النمطية Stereotypes، والقيم الموسومة Tagged Values، ولغة قيود الأغراض OCL. أمَّا التغيّرات الجوهرية فنقصد بها استخدام مخططات أخرى إضافية غير موجودة بالأصل في UML، أو استخدام رموز جديدة New Notations.

تستخدم UWE كلاً من مخططات UML وUMLProfile لنمذجة تطبيقات الوب حيث تعتمد على مجموعة من النماذج و كل نموذج يتكون من مجموعة من الخطوات. تتصل النماذج مع بعضها بعلاقات.

2-2-5- منهجية WebML: تهدف منهجية WebML إلى تزويدنا بمقاربة بنيوية لتصميم تطبيقات الوب، وتتكوّن من مجموعة من النماذج المتكاملة Integrated Models التي تساعد المصممين في بناء تطبيقات الوب بجودة عالية وبشكل عالي المستوى (high level design).

تستخدم منهجية WebML لنمذجة التطبيقات التي تعالج كمية ضخمة من المعلومات وتزود المستخدمين بطرائق مختلفة للوصول إلى هذه المعلومات تناسب طبيعة المستخدمين (Personalized). وتركز على التوليد الآلي لرماز تطبيقات الوب الديناميكية، وتعدُّ أكثر المنهجيات اقتراباً من اللغة المتداولة بين المبرمجين، فهي تستخدم رموزاً وعناصرَ مثل الجلسة session وغيرها لتحقيق هذا الهدف[10].

سنستعرض فيما يأتي النماذج المستخدمة في منهجية WebML:

نموذج الهيكلة Structure Model: يتم التركيز في هذه المرحلة على هيكلة البيانات وتنظيمها Data Organization.

نموذج الاشتقاق Derivation Model: يهدف هذا النموذج إلى توسيع مفهوم الكيان Entity وذلك بإضافة

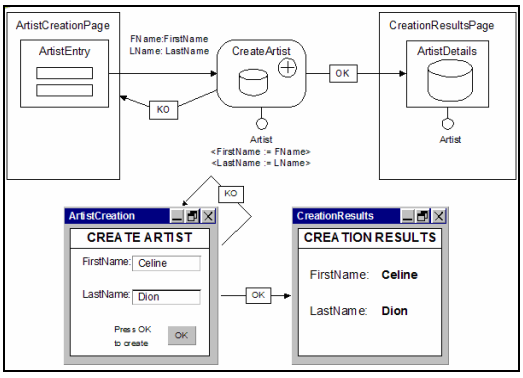
بعض الواصفات Attributes التي تأخذ قيمتها من كيانات أخرى (imported) أو تحسَبُ قيمتها اعتماداً على أغراض أخرى وذلك باستخدام تعابير Expression تسمى الاستعلامات المشتقة derivation queries، يعبّر عنها باستخدام WebML OCL.

نموذج التركيب Composition Model : يتم التركيز في هذه المرحلة على تعريف صفحات الموقع كمجموعات جزئية (فرعية) وابتدائية كمقدمة لعملية النشر publishing units.

نموذج الملاحة Navigation Model : نركز هنا على تعريف الروابط بين الصفحات والوحدات المختلفة.

نموذج العرض Presentation Model : تعريف مكان وإحداثيات وحدات العرض ضمن الصفحات وتوضيح شكل المظهر العام للموقع.

تتميّز منهجية WebML بأنها تحاكي واقع التطبيق العملي من خلال هذه الرموز والعمليات، وتنتقل من مستوى تجريد عال إلى مستوى أقل تجريداً، وهذه الميزة كانت سبباً رئيسياً في انتشار واسع لهذه المنهجية. على سبيل المثال، عملية الإنشاء Create المبيّنة في الشكل (1) تبيّن الوضوح في تمثيل عمليات الوب، ويمكن مراجعة العمليات الأخرى في [10].



الشكل (1) تمثيل عملية Create

طبيعة المستخدم والوسائط Parameters and personalization: يجري تمثيل عملية التكيُّف في منهجية WebML بواسطة رموز خاصة وليس فقط باستخدام OCL، وهذا ما تتميّز به هذه المنهجية عن المنهجيات الأخرى فهي تقترب من محاكاة واقع تطوير التطبيقات. فمثلاً تُمثَّلُ المعلومات العامة Global Information مثل مفهوم الجلسة Session وغيرها باستخدام أيقونات خاصة، وليس فقط تمثيلاً مفاهيمياً [10].

تدعم WebML مراحل تطوير تطبيقات الوب جميعها، وتنمذج مكوناته بطريقة سهلة وقريبة جداً من واقع التطوير والمكونات المستخدمة برمجياً، كما أنها تنمذج مكونات الوب الدلالي وخدماته (وفق الإطار WSMF) كما سنبيّن لاحقاً.

وتعدُّ منهجية WebML من أنضج المنهجيات وأشملها، ولكنها لاتدعم مرحلة المتطلبات بالشكل الكافي.

2-3- مقارنة منهجيات هندسة الوب:

يوضّح الجدول (1) نتائج المقارنة بين المنهجيات المختلفة ودعمها للمراحل المختلفة من دورة حياة تطبيقات الوب وميزاتها المختلفة، مع ملاحظة أن المقارنة بالنسبة إلى نمذجة خدمات الوب الدلالي في الجدول مبنية على ما سيرد لاحقاً في هذه الدراسة:

الجدول (1) مقارنة منهجيات هندسة الوب المختلفة

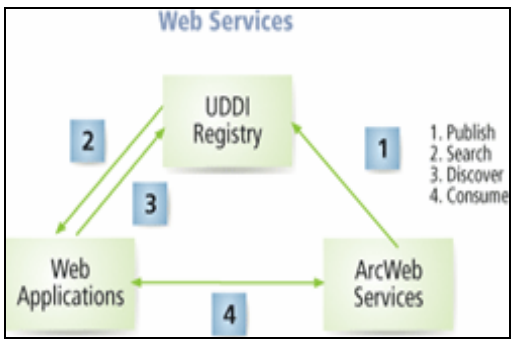
المنهجية	نموذج المتطلبات	نمذج المحتوى والتجوال	التكيف	الوب الدلالي	خدمات الوب والوب الدلالي	ميزات أخرى
RMM	**M**	**H**	**L**	**L**	**N**	**تركز على التجوال في النظم الفائقة** Hypermedia
HERA	**M**	**H**	**H**	**H**	**N**	**تفصل بشكل جيد بين نموذج التجوال ونموذج العرض**
OOHDM	**H**	**H**	**L**	**L**	**N**	**تركز على البنية الغرضية التوجه**
UWE	**H**	**H**	**M**	**L**	**N**	**تستمد قوتها من** UML
WebML	**L**	**H**	**H**	**H**	M (وفق الإطار WSMF فقط)	**رموز ومخططات بمستوى تجريد منخفض جداً قريب من واقع التطوير**

L : Low , M: Medium , H: High , N: Never

2-4- خدمات الوب والوب الدلالي:

<u>خدمات الوب العادية</u>: ظهر مفهوم خدمات الوب لتعزيز عملية التفاعل والتعاون بين تطبيقات الوب بعضها مع بعض، حيث تتم عمليات البحث عن الخدمات والربط والنشر بشكل يدوي وليس آلي.

تُنشَرُ الخدمات ضمن دليل اكتشاف التوصيف والتكامل العالمي UDDI(Universal Description Discovery and Integration) وبعد ذلك يقوم المبرمج بالبحث عن الخدمات من خلاله، وعندما يقرر المبرمج صلاحية هذه الخدمة وتحقيقها لهدفه يقوم بعملية الاستهلاك (Consume) بشكل يدوي أيضاً ويربطها مع تطبيقه. توصف خدمات الوب باستخدام لغة تعريف خدمات الوب WSDL(Web Service Definition Language) وتُنقَلُ باستخدام بروتوكول النفاذ للأغراض البسيطة SOAP(Simple Object Access Protocol). يوضّح الشكل(2) إطار عمل خدمات الوب العادية[11].



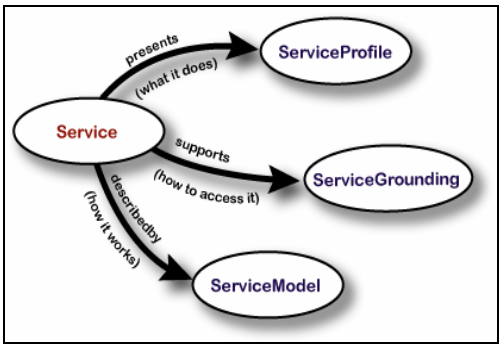
الشكل (2) إطار عمل خدمات الوب

تتيح خدمات الوب تشاركية أوسع بين تطبيقات الوب، ولكن المشكلة هنا أن عملية البحث والنشر والتركيب تُجرى بشكل يدوي، ومن هنا تأتي أهمية خدمات الوب الدلالي التي تجعل هذه الخطوات جميعها تجري بشكل آلي.

<u>خدمات الوب الدلالي</u>: كما أوردنا سابقاً، إن إضافة البعد الدلالي إلى خدمات الوب يتيح إمكانية أتمتة عمليات النشر publication والاكتشاف Discovery والاختيار Selection والتجميع Composition لخدمات الوب.

تُستخدم لغة أنطولوجيا الوب Web Ontology Language (OWL-S) (وتتكون من ثلاث أنطولوجيات) – الشكل 3- لتوصيف وظائف خدمة الوب الدلالي، وهي تدعم أتمتة اكتشاف خدمة الوب ونشرها وتجميعها، وتستفيد من توصيفات WSDL في تشغيل الخدمة وتستفيد من UDDI في اكتشافها.

يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل حول بنية ملفات أنطولوجيات خدمات الوب الدلالي في[12].



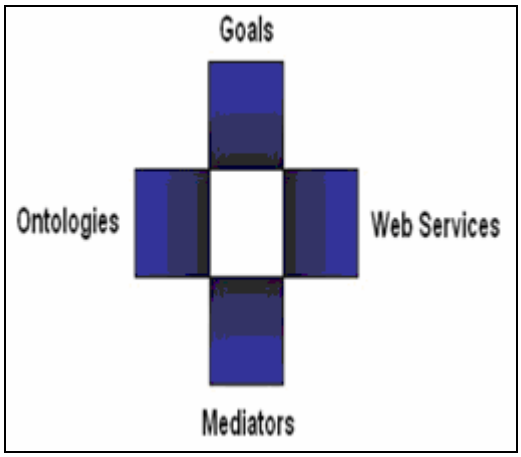
الشكل (3) أنطولوجيا خدمات الوب

أطر عمل خدمات الوب الدلالي:

1. إطار العمل WSMF [13]: الذي يعتمد على أنطولوجيا النمذجة المفاهيمية WSMO التي تتكون من أربعة عناصر الشكل(4):

- **ü** الأهداف Goals: تبيّن أهداف الزبون Client التي ستتحقق عند استشارة (ضم) خدمة الوب.
- **ü** الأنطولوجيات Ontologies: توصيف دلالي رسمي للمعلومات المستخدمة كلّها بواسطة المكونات components جميعها.
- **ü** خدمات الوب Web services : توصيف دلالي لخدمة الوب مثل الوظائف الرئيسية المضمنة وتوصيف واجهات التخاطب.

الوسطاء Mediators: تقوم بدور الملاءمة بين المكونات وبدور الوسيط الذي يسمح بربط أنطولوجيات مختلفة.



الشكل (4) العناصر الرئيسية لـــ WSMO

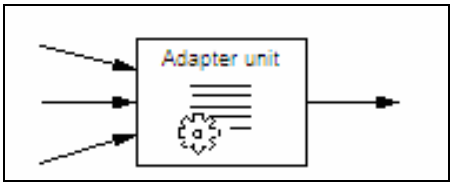
2. إطار العمل DAML-S [14]: قدم آخرون الإطار DAML-S (DARPA Agent Mark up Language for Services) كإطار عمل لتوصيف خدمات الوب واكتشافها وتجميعها الذي يستخدم وسيط DAML-S/UDDI لهذا الغرض حيث يبدو لنا أوضح للفهم والتطبيق. يستخدم DAML-S خوارزميات مطابقة Matching Algorithms خاصة لاكتشاف خدمات الوب الدلالي وتجميعها عبر توحيد الأنطولوجيات بين خدمات الوب التي نعدُّها هنا بمنزلة وكيل برمجي ذكي Intelligent Agent، أي إنَّ عملية الاكتشاف تبدأ بإرسال رسالة من الخدمة الأولى إلى الخدمة الثانية (الخدمة المطلوبة) مباشرة ثم مجموعة من الرسائل لتحديد مدى مطابقة الخدمة المطلوبة لمتطلبات الخدمة الأولى، ويتم ذلك عبر تحليل الأنطولوجيا ثم عملية التركيب التي تتم عبر توحيد الأنطولوجيات. يجري بعد ذلك دمج الأنطولوجيات للخدمتين وهذا يمثل عملية التركيب. إذا يمكن عَدُّ خدمة الوب الدلالي هنا بمنزلة وكيل برمجي ذكي يمكن أن يتفاعل مع الخدمات الأخرى.

ملاحظة : تعدّ عملية تركيب خدمات الوب الدلالي خارج إطار بحثنا هنا.

الأعمال ذات العلاقة:

جرى مؤخراً توسيع منهجية WebML لنمذجة خدمات الوب العادية، إذْ إنَّ نمذجة خدمات الوب يتطلب بشكل أساسي تمثيل الرسائل المتبادلة بين مزود الخدمة provider وبين مستهلك الخدمة Consumer، وهي عبارة عن ملفات XML، وتمثيل البيانات المستعادة بواسطة خدمة الوب التي يمكن أن تخزن بشكل دائم ومؤقت في التطبيق [15].

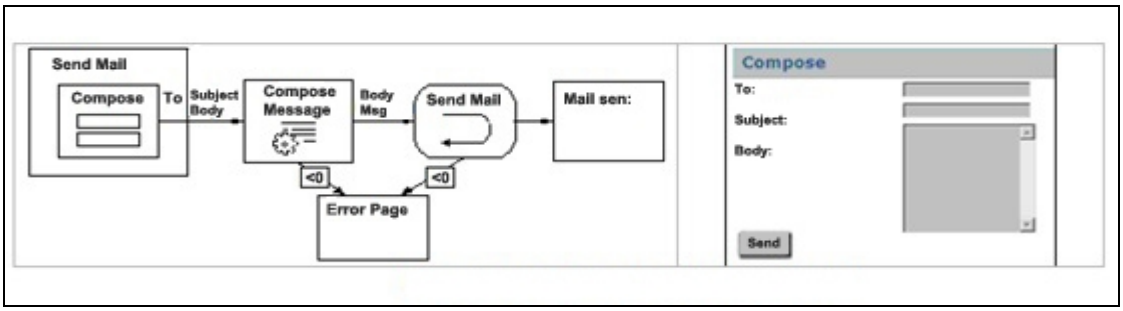
أُضيفَتْ وحدة Unit جديدة لإنجاز عملية التحويل Transformation إلى صيغة XMLتدعى محوّل Adapter -الشكل(5)- حيث تأخذ أكثر من دخل (HTTP أو XML) وتعطي ملف XML كخرج.



الشكل (5) تمثيل الـ Adapter Unit

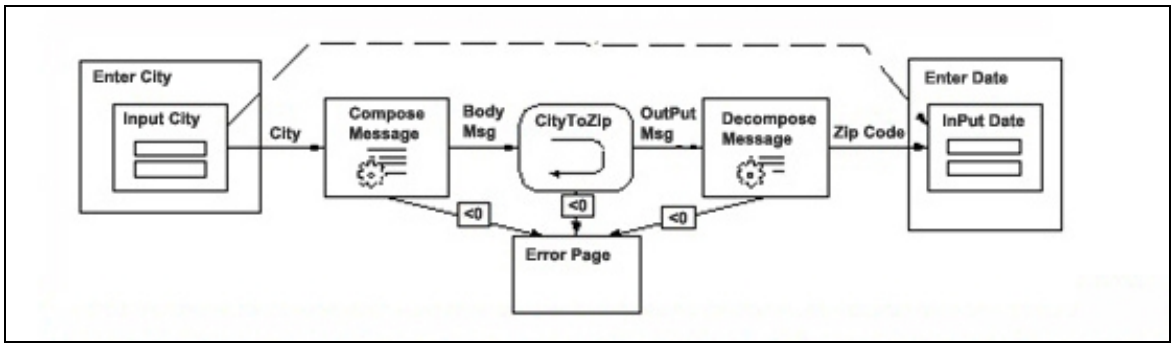
نمذجة الرسائل المتبادلة[16]:

تركيب رسائل الدخل: يوضّح الشكل (6) عملية الإرسال، حيث يبدأ المستخدم من الصفحة Send mail ويدخل البيانات، ترسل بعدها البيانات على شكل HTTP يحتوي على عدة وسائط، يحوي كل منها بيانات حقل معين، ويكون الـ HTTP دخلاً لـ compose message التي تقوم بتحويله إلى ملف XML، يكون بدوره دخلاً لـ send mail. تُغلَّفُ الرسالة في Compose Massage ضمن SOAP Message وترسل إلى خدمة الوب (Send Mail) ليتم إرسالها، في حالة وجود أي مشكلة يتم التحول إلى صفحة معالجة الأخطاء error page.



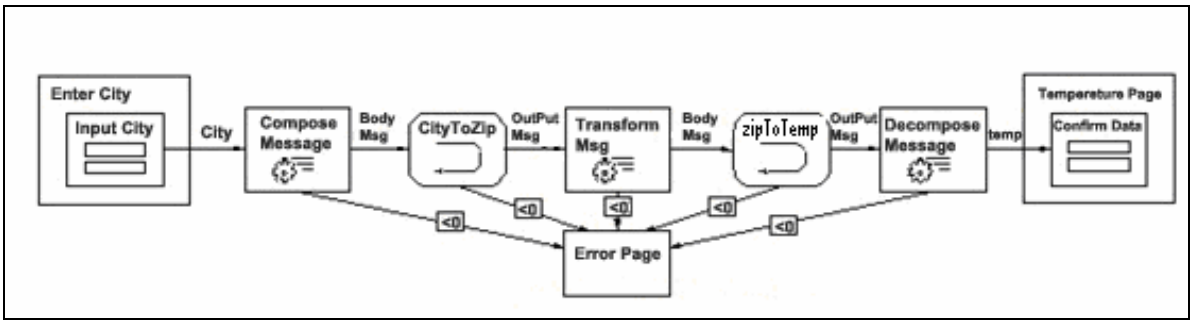
الشكل (6) تركيب رسالة الدخل

تفكيك رسائل الخرج: العملية العكسية للعملية السابقة، وهي تحويل ملف XML إلى مجموعة من البرمترات كما هو موضّح في الشكل (7). في البداية تُحوَّلُ مدخلات المستخدم من HTTP إلى XML file في Compose Message - كما قلنا سابقاً – ثم ترسل إلى الخدمة CitytoZip للحصول على رمز المدينة، وعند الوصول إلى Decompose message (الطرف الثاني)، تجري عملية تحويل ملف XML إلى وسائط Parameters وتعرض للطرف الآخر.



الشكل (7) تفكيك رسالة الخرج

سلاسل خدمات الوب (Chains of web services):
الشكل (8) يعرض مثالاً عن استدعاء سلسلة من خدمات الوب (خدمة CityToZip للحصول على رمز المدينة و خدمة ZipToTemp للحصول على درجة الحرارة اعتماداً على رمز المدينة) ، يقوم المستخدم بإدخال اسم المدينة ثم يُحوَّلُ الاسم إلى صيغة XML بواسطة Compose Message ثم ترسل إلى خدمة CityToZip للحصول على رمز المدينة. يُرسَلُ خرج الخدمة الأولى إلى الخدمة الثانية للحصول على درجة الحرارة لهذه المدينة. نلاحظ هنا وضع محوّل Adapter Unit في هذا المثال بين الخدمتين لتحويل خرج الخدمة الأولى، وهو ملف XML إلى دخل للخدمة الثانية (ملف XML أيضاً).



الشكل (8) سلسلة خدمات الوب

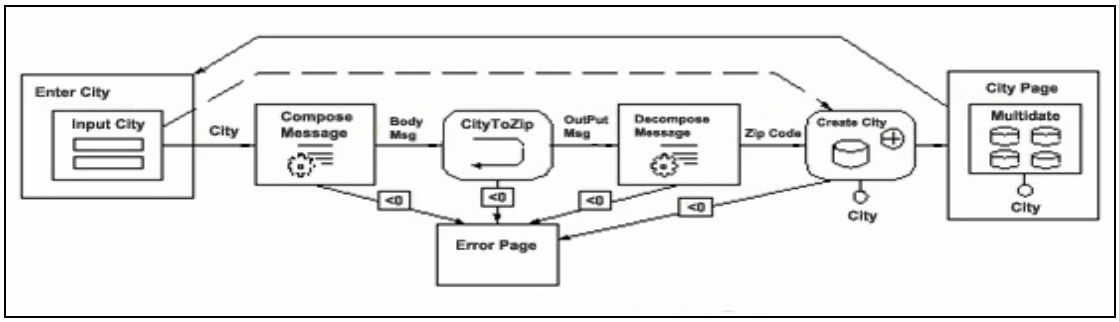
تخزين البيانات المستعادة من خدمات الوب: إنّ عملية استقبال البيانات من خدمات الوب تحتاج إلى تخزينها في مستودعات بيانات محلية local data repository لاستخدامها في وقت لاحق بعد انتهاء طلب الخدمة [16]. البيانات المستلمة من خدمة الوب ربما نحتاج إلى تخزينها بشكل دائم أو مؤقت.

التخزين الدائم : يتحقق بالمحافظة على التحديث الدائم لقاعدة المعطيات (إنشاء، تعديل، ....).

يوضّح الشكل (9) تخزين رمز المدينة Zipcode بشكل دائم ومستمر.

إنّ آلية العمل في الشكل (9) تشبه تماماً آلية العمل في الشكل (7)، باستثناء الرمز Create City الذي يحمل الوسم (+) والذي يعبّر عن التخزين الدائم.

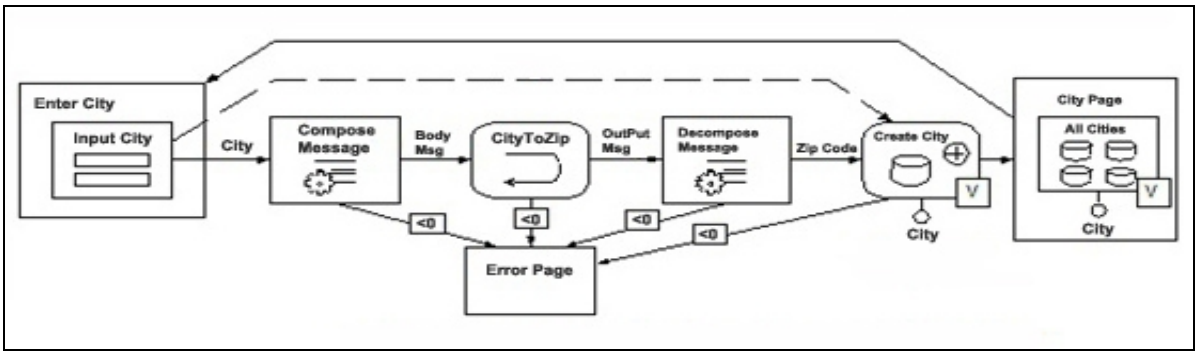
تقوم وحدة إنشاء المدينة create city unit باستقبال رمز المدينة Zip code كدخل وتحويله إلى منتسخ Instance وتخزينه بشكل دائم في قاعدة المعطيات - الشكل (9)- .



الشكل (9) التخزين الدائم

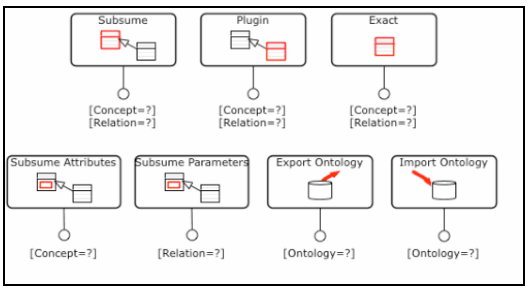
التخزين المؤقت : في كثير من الحالات نحتاج إلى تخزين البيانات في خدمة الوب فقط مد تجول المستخدم ضمن تطبيق الوب (خلال جلسة المستخدم user's session) أو لفترة انجاز المستخدم مهمة معينة؛ وذلك يتطلب تخزين البيانات في الذاكرة الرئيسية main memory بدل تخزينها في قاعدة البيانات.

ضمن منهجية WebML يمكن توصيف عملية التخزين المؤقت في الذاكرة الرئيسية بإضافة الرمز "V" إلى الوحدة وهي اختصار لـــ " Virtual " كما هو موضّح في الشكل (10).



الشكل (10) التخزين المؤقت

أيضاً قامت مجموعة من الباحثين [15] بمحاولات لتوسيع منهجية WebML لنمذجة خدمات الوب الدلالي وفق الإطار WSMF واقتصر التوسيع على إضافة رموز جديدة للتعامل مع الأنطولوجيا وإدارتها والاستدعاءات البعيدة ودمجها ضمن مخططات هذه المنهجية. الشكل (11) يوضّح بعض هذه الرموز الجديدة:



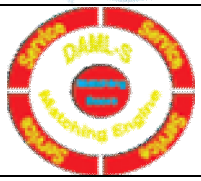
الشكل (11) رموز إضافية ضمن منهجية WEBML

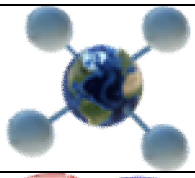
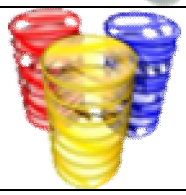
4.الدراسة العملية

4-1- النمذجة:

4-1-1- توسيع منهجية WebML بالرموز الضرورية للنمذجة: سنقوم هنا بتوسيع الرموز المستخدمة في النمذجة بإضافة مجموعة من الرموز الضرورية إلى منهجية WebML الموضحة في الجدول الآتي، تعدُّ عملية التوسيع ضرورية لكي نتمكن من تمثيل خدمات الوب الدلالي والعمليات عليها وتمثيل مكونات الإطار DAML-S أيضاً.

الجدول (2)

الرمز	الصورة	الشرح
Intelligent Agent		**الوكيل البرمجي الذي يمثل خدمة الوب الدلالي هنا.** **ملاحظة : تعدُّ خدمة الوب الدلالي بمنزلة وكيل برمجي وفق محددات معينة**
Communication model		**نموذج الاتصال : يستقبل طلبات الخدمات (طلب تسجيل – طلب خدمة معينة) التي هي عبارة عن أنطولوجيات.**
DAML-s/UDDI Convertor (translator)		**يقوم بتحويل أنطولوجيات خدمات الوب الدلالي (أو الطلبات) إلى صيغة مناسبة لتخزينها ضمن سجل** UDDI.
DAML-s matching engine		**يقوم محرك المطابقة** Matching Engine **بعملية المطابقة بين الطلب والخدمات المعلن عنها سابقاً ويرتّب النتائج.**
UDDI registry		**يحتوي على أرشيف خدمات الوب الدلالي المعلن عنها سابقاً (المخزنة).**
Ontologies database		**تمثل قاعدة بيانات تخزن فيها جميع الأنطولوجيات المستوردة من الخارج أو المخزنة في النظام بشكل دائم.**

Web Ontologies		**تمثل الانطولوجيات الموجودة مواقع شبكة الإنترنت بعنوان محدد التي يمكن الاستفادة منها في عملية المطابقة.**
Advertisements Database		**تمثل قاعدة بيانات خدمات الوب الدلالي المضافة (المعلن عنها سابقاً).**
SWS to Communication Model		**تمثل رسالة موجهة من خدمة وب معينة إلى نموذج الاتصال.**
Request		**تمثل عملية إرسال الطلب لخدمة الوب الدلالي المحددة**
Interior Message		**تمثل رسالة داخلية بين مكونات الإطار** DAML-S.

ملاحظة: تتطلب عملية النمذجة المقترحة فضلاً عن الرموز الجديدة، استخدام الرموز الموجودة بالأصل ضمن مخططات منهجية WebML و توسيعاتها السابقة.

مبررات إضافة الرموز المذكورة أعلاه: تتطلب عملية نمذجة خدمات الوب الدلالي وفق الإطار الذي يعتمد على لغة DAML-S تمثيل مكونات هذا الإطار برموز مناسبة وتمثيل الرسائل المتبادلة بين هذه المكونات. إن تمثيل مكونات إطار العمل أمر ضروري لنتمكن مستقبلاً من توليد كامل لإطار العمل ومن بعدها توليد الأنطولوجيات المعرفة لهذه الخدمات آلياً أيضاً.

اعتماداً على توصيف منصة العمل التي تعتمد على DAML-S (ورد سابقاً) وآلية عمل DAML-S/UDDI Matchmaker وتوصيف خدمات الوب الدلالي، نلاحظ أن هذه الرموز كافية لتمثيل خدمات الوب الدلالي والرسائل المتبادلة بين مكوناتها إذْ يمكن من خلالها نمذجة جميع مراحل الاتصال والبحث والتجميع والإعلان عن الخدمة، كما أنه يمكن نمذجة الخطوات التفصيلية مثل تحويل التوصيف من صيغة XML وإليها وغيرها. يمكن أيضاً من خلال هذه الرموز تمثيل العمليات على الأنطولوجيا مثل دمج أنطولوجيتين أو إيجاد المفاهيم المشتركة بينها وغيرها.

كانت هذه الرموز كافية لتوليد إطار العمل DAML-S بشكل كامل وتوليد أنطولوجيات خدمات الوب الدلالي بالشكل المعياري التي اعتمدنا عليها في إجراء عملية المطابقة بين الإعلان والطلب، وهذا موضّح في الأمثلة القادمة.

لا يمكن القول بشكل جازم إنَّ هذه الرموز لا تتجه نحو التفصيل الزائد عن الحاجة إذْ يمكن البت في هذا الموضوع من خلال التجربة واستخدام هذه المخططات في عدد كبير من المشاريع واستخلاص النتائج

والتقييمات. هذا ويمكن تخصيص خدمة وب معينة بمجموعة من الخصائص والصفات باستخدام الأداة البرمجية (إضافة وسائط Parameters لتعريف الدخل والخرج والشروط المسبقة وغيرها).

4-1-2- نمذجة خدمات الوب الدلالي ضمن إطار يعتمد على DAML-S: سنعتمد هنا الأسلوب المعتمد في نمذجة خدمات الوب العادية نفسه لكن مع تعميمه على المكونات الجديدة لخدمات الوب الدلالي وإطار العمل الجديد، ولذلك فإن نمذجة خدمات الوب الدلالي ضمن إطار يعتمد على DAML-S يتطلب نمذجة ما يأتي:

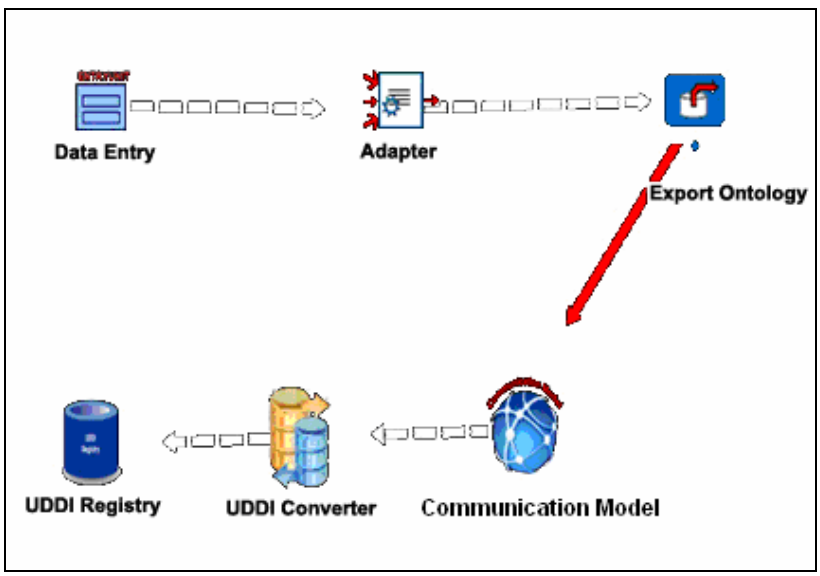
1- نمذجة الرسائل المتبادلة بين خدمات الوب الدلالي وبين إطار العمل.

2- تمثيل البيانات المسترجعة بواسطة SWS.

أولا: نمذجة الرسائل: سنقوم بداية بنمذجة الرسائل الأساسية المتبادلة بين مكونات الإطار DAML-S وفق نماذج أساسية ضمن عملية النمذجة الشاملة، أي إنَّ المبرمج عندما سيقوم بنمذجة مخططات خدمات الوب الدلالي ستكون هذه النماذج جزءاً من المخططات الشاملة.

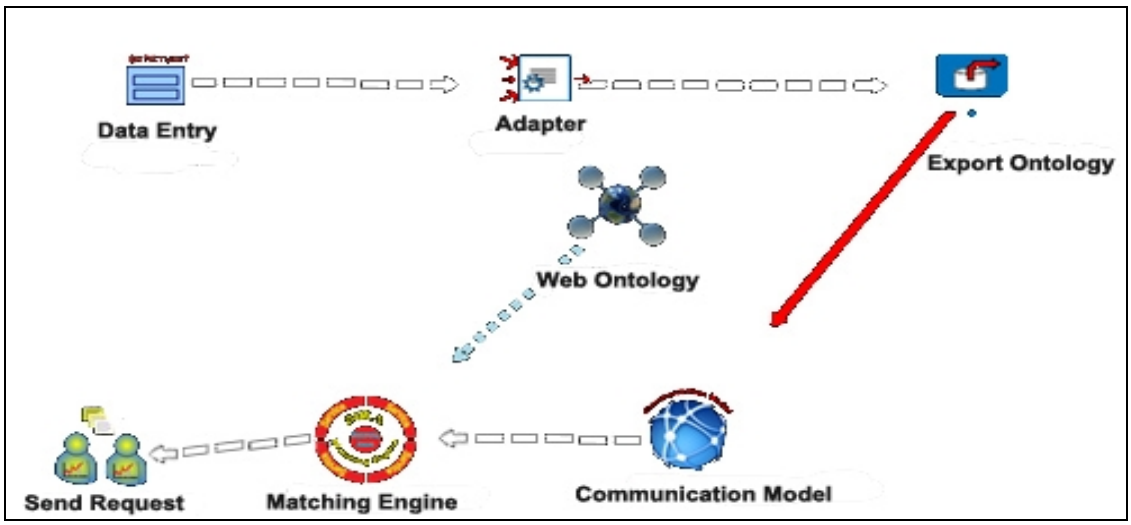
سنستعرض فيما يأتي نمذجة الرسائل المتبادلة مع شرح الرموز الواردة فيها وآلية العمل:

1- **تسجيل الخدمة ضمن UDDI Registry**: الشكل (12) يقوم المستخدم أولا بإدخال توصيف خدمة الوب الدلالي لتمرر بعدها التوصيفات إلى مكيّف Adapter خاص وظيفته الرئيسية تحويل التوصيف إلى صيغة XML، يتم بعد ذلك تصدير الأنطولوجيات الخاصة بالتعريف بخدمة الوب المذكورة وترسل إلى نموذج الاتصال Communication Model وهو جزء أساسي من إطار العمل ومهمته الرئيسية استقبال طلبات الخدمات (طلب تسجيل خدمة – طلب خدمة معينة)، بعد وصول الأنطولوجيا إلى نموذج الاتصال تُمرَّرُ إلى مترجم UDDI Translator الذي يقوم بدوره بتحويلها إلى الصيغ المناسبة وتخزينها ضمن UDDI Registry. وهكذا تكون عملية تسجيل الخدمة تمت بنجاح.



الشكل (12) تسجيل الخدمة

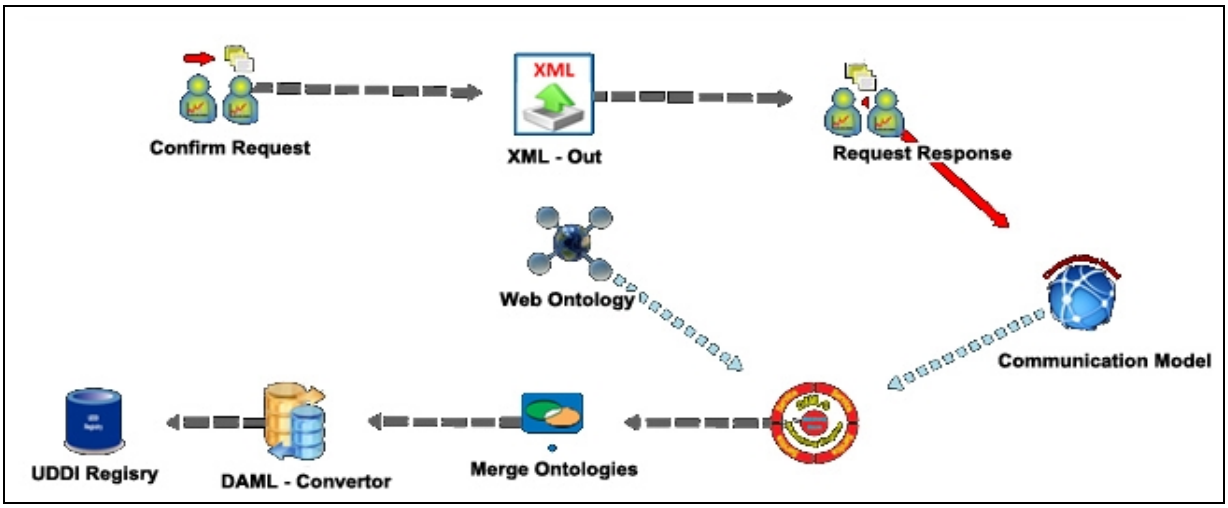
2- **طلب الخدمة والبحث عنها**: - الشكل (13)- يقوم المستخدم أولاً بإدخال توصيف خدمة الوب الدلالي التي يحتاج إليها لتمرر بعدها التوصيفات إلى مكيّف Adapter خاص وظيفته الرئيسية تحويل التوصيف إلى صيغة XML، يتم بعد ذلك تصدير الأنطولوجيا المعرفة لخدمة الوب الهدف وترسل إلى نموذج الاتصال Communication Model، بعد وصول الأنطولوجيا إلى نموذج الاتصال تُمرَّرُ إلى محرك المطابقة Matching Engine الذي يقوم بدوره بالبحث عن الخدمة المناسبة؛ وذلك وفق خوارزميات مقارنة بين الأنطولوجيات وبالاستعانة أيضاً بأنطولوجيا الوب Web Ontology DAML، تُحدَّدُ الخدمة الأكثر ملاءمة للطلب ويُرسَلُ الطلب إليها مباشرة.



الشكل (13) طلب الخدمة والبحث عنها

الإجابة عن الطلب ودمج الخدمتين:

يبيّن المخطط– الشكل 14 - إجابة خدمة الوب الهدف للطلب وإرسال رسالة الاستجابة للخدمة الطالبة بصيغة XML، إرسال إشارة أيضاً إلى نموذج الاتصال ليقــوم بدمج الأنطولوجيات المعرفة للخدمتين وتخزينها ضمن UDDI Registry.



الشكل (14) الإجابة عن الطلب ودمج الخدمتين

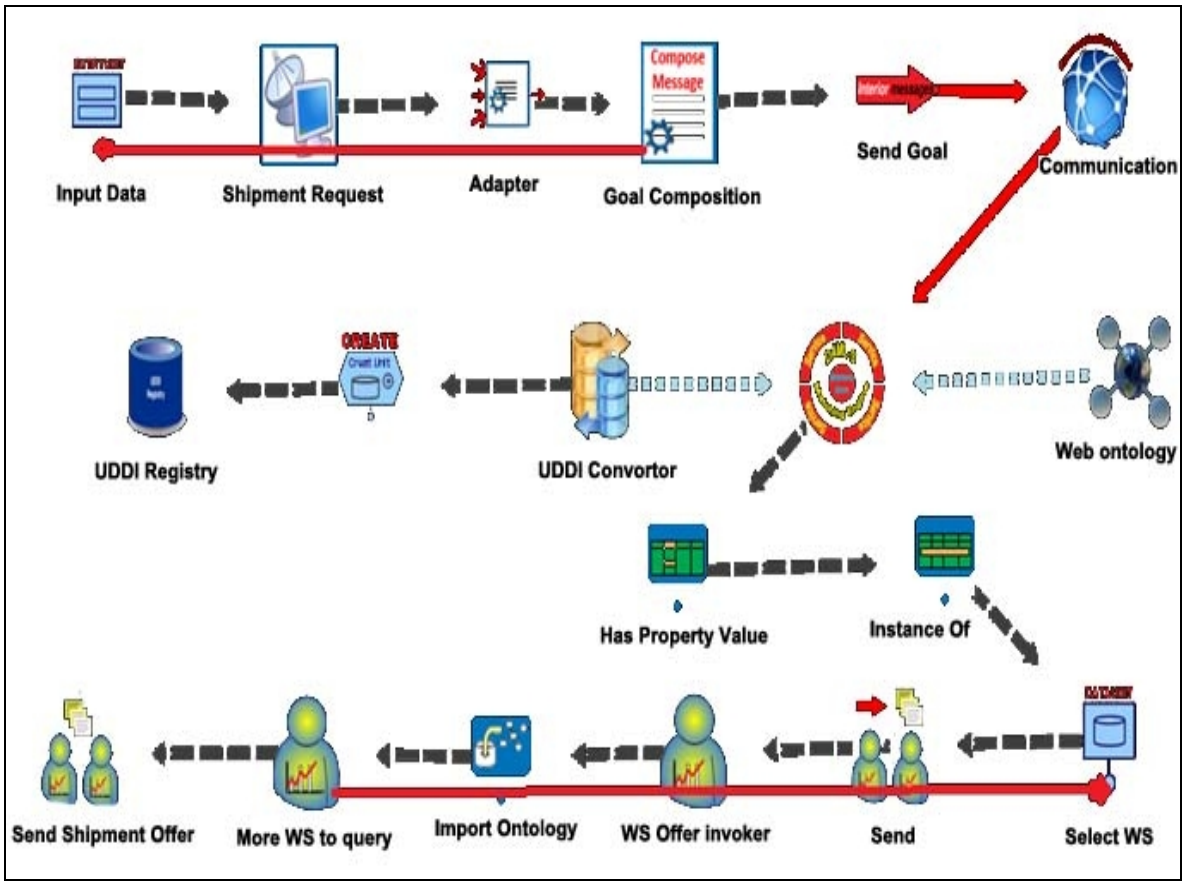
ثانياً: نمذجة البيانات المسترجعة بواسطة خدمات الوب:

لا تختلف طبيعة البيانات المسترجعة من خدمت الوب الدلالي عن البيانات المسترجعة بواسطة خدمات الوب العادية، ومن ثمَّ لا تختلف عملية النمذجة لهذه البيانات (وردت سابقاً).

مثال: سنقوم الآن بنمذجة تطبيق يستخدم خدمات الـــوب الدلالي التي تقوم بتأمين عمليات الـــشحن للمـــستهلكين، وهو مثال شائع الاستخدام عند التطرق لموضوع خدمات الوب، حيث يقوم المستخدم بطلب خدمـــة الـــشحن مـــن التطبيق الأول الذي يقوم بالاستعانة بخدمات وب دلالـــي لتطبيقات أخرى ليحصل على ما توفره إذا لم تتوافر لديه الخدمة المطلوبة. بعد تبادل الرسائل بين خدمة الوب في التطبيق الأول والتطبيق الثـــاني، يقـــدم التطبيـــق الأول للمستخدم عروض خدمات الشحن وكأنها صادرة عنه مع العلم أنه حصل عليها من التطبيق الثاني ومع التنويه إلى أن عملية البحث والتجميع تمت بشكل آلي.

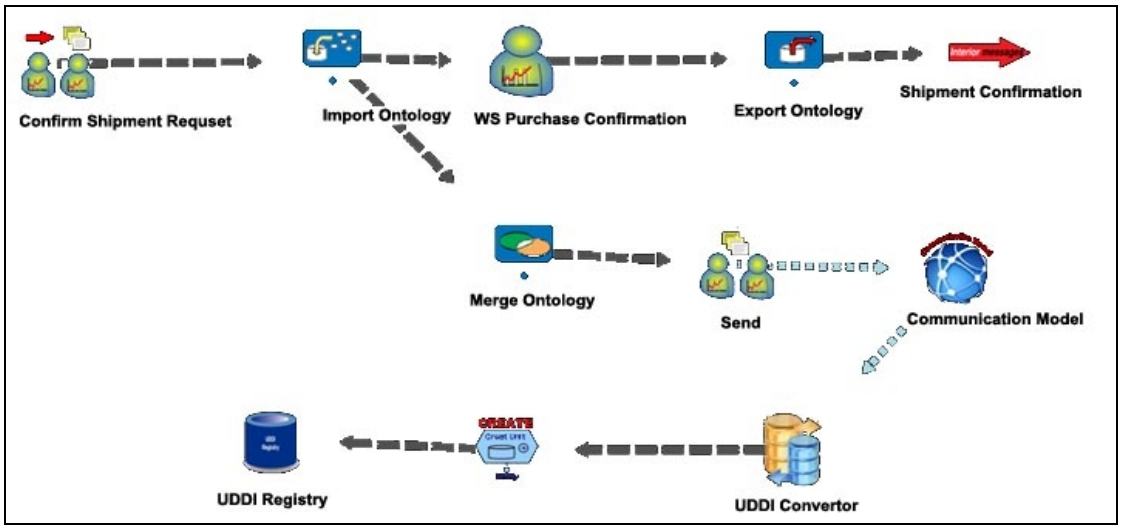
جهة المرسل :

يوضّح الشكل (15) نمذجة عملية الإرسال. يقوم المستخدم بإدخال وسائط الدخل لخدمة الشحن المطلوبة، يُرسَلُ الطلب بعد تحويله إلى صيغة XML إلى نموذج الاتصال وبعدها إلى محرك المطابقة لإيجاد الخدمات المتشابهة مع الطلب بالاعتماد على أنطولوجيا الوب و الخدمات المخزنة مسبقاً في UDDI Registry (لاحظ أن UDDI Convertor هو المسؤول عن استعادة الخدمات المخزنة من UDDI Registry) ، بعدها يجري اختيار الخدمة الأكثر تشابهاً اعتماداً على خوارزميات الترتيب Ranking ، يجري بعدها استدعاء خدمة الوب المحددة وضم الأنطولوجيا الخاصة بها وإرسال عرض الشحن إلى الجهة الطالبة للخدمة.



الشكل (15) جهة المرسل

جهة المستقبل: يوضّح الشكل (16) نمذجة عملية الاستقبال. بعد استقبال الخدمة الهدف (المقصود هنا الخدمة التي حُدِّدَتْ من قبل محرك المطابقة) للطلب، تقوم بضم أنطولوجيا الجهة المرسِلة وبالمقابل تقوم بتصدير الأنطولوجيا الخاصة بها إلى الجهة الطالبة (فائدة ضم الأنطولوجيا هنا هي سهولة التواصل بين الطرفين مستقبلاً)، يقوم إطار العمل بدمج الأنطولوجيتين وإرسالهما إلى نموذج الاتصال ثم إرسالها إلى UDDI Convertor لتُخزَّنَ في UDDI Registry. يعبر الدمج هنا عن عملية تركيب خدمات الوب الدلالي للحصول على خدمة جديدة يمكن أن تجيب عن طلبات مستقبلية، وقد تطرقنا له في النمذجة فقط، أمَّا الأداة المطورة فلا تدعم عملية التركيب).



الشكل (16) جهة المستقبل

ملاحظة: عملية النمذجة تتطلب نمذجة عملية الإرسال والاستقبال معاً.

مناقشة صلاحية النمذجة المقترحة:

1- إن الترميزات الجديدة المقترحة وأنواع الرسائل المتبادلة بين المرسل والمستقبل (التي وردت في هذا البحث)، كافية لنمذجة أي تطبيق خدمات وب دلالي (يمكن الدفاع عن هذه النقطة نظرياً)، ومن ثمَّ فهي تساعد المطورين على فهم التطبيقات ونمذجتها.

2- إن المخططات السابقة (جهة المرسل – جهة المستقبل) كانت كافية بما تحويه من رموز ورسائل متبادلة لتوليد أجزاء إطار العمل DAML-S المطلوبة لعملية المطابقة والتواصل مع خدمات الوب الدلالي بشكل آلي فضلاً عن توليد ملفات (أنطولوجيات) خدمات الوب الدلالي نفسها، وقد اختُبِرَ ذلك من خلال الأداة المطورة في هذا البحث.

3- لا يمكن القول بشكل جازم: إنَّ النمذجة المقترحة (بما في ذلك المخططات السابقة) لا تتجه نحو التفصيل الزائد عن الحاجة، أو إنَّها مثالية جداً، إذْ يمكن البت في هذا الموضوع من خلال التجربة واستخدام هذه المخططات في عدد كبير من المشاريع بواسطة العديد من المستخدمين واستخلاص النتائج والتقييمات.

4-2- **الأداة** : قمنا بتطوير أداة برمجية – الشكل(17)- لرسم مخططات منهجية WebML بشكل عام ومخططات نمذجة خدمات الوب الدلالي الجديدة وفق الإطار الذي يعتمد على DAML-S بشكل خاص.

تتميز الأداة بالخصائص والإمكانيات الآتية:

1- رسم مخططات النمذجة الجديدة (المخططات التي وردت سابقاً رسمت بواسطة الأداة).

2- قراءة الأنطولوجيات المكتوبة بصيغة OWL وتحليلها وتخزين العقد والوصلات ضمن بنى معطيات خاصة مع إمكانية التجول ضمنها.

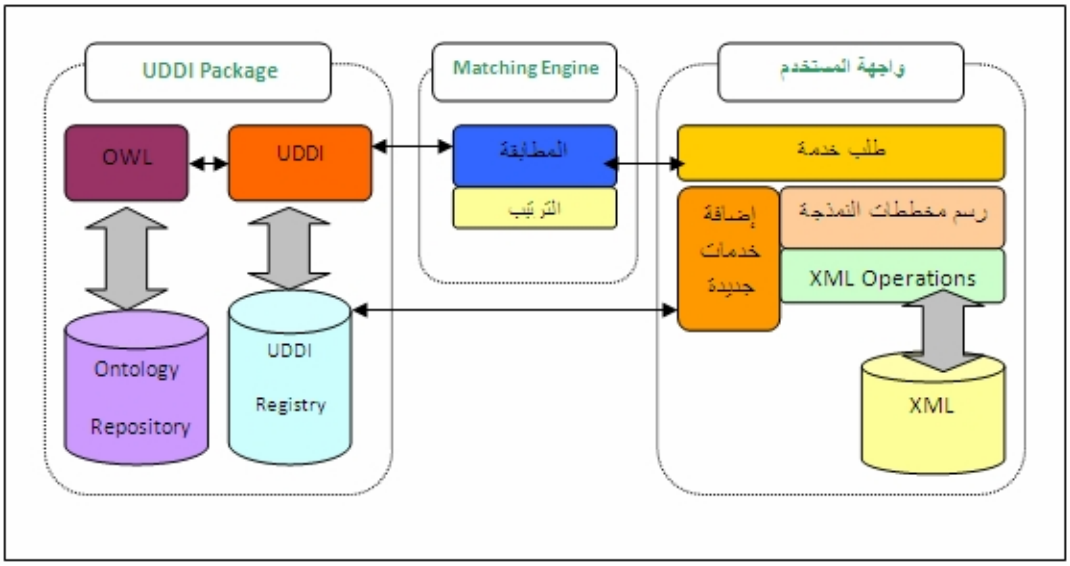
3- إمكانية إضافة أنطولوجيات جديدة ومعالجتها.

4- توصيف خدمات وب دلالي جديدة وتخزينها ضمن UDDI-Registry بالشكل القياسي بالاعتماد على أنطولوجيات مختارة (راجع الورقة[12] لتعرّف صيغة خدمات الوب الدلالي القياسية).

5- إضافة طلب Request موصّف دلالياً للبحث عن خدمة وب دلالي. وترتيب نتائج البحث Ranking .

6- المطابقة دلالياً بين الطلب والخدمة المخزنة مسبقاً

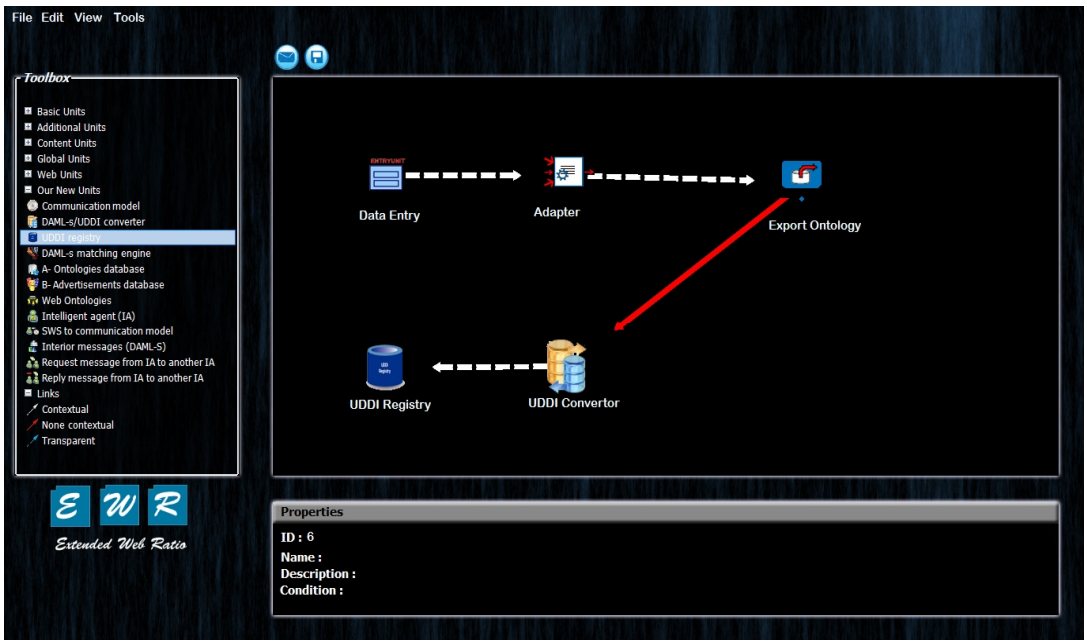
يوضّح الشكل (17) المكونات الرئيسية للأداة :



الشكل (17) المكونات الرئيسية للأداة

ملاحظة: التوليد الآلي هنا لخدمات الوب الدلالي فقط وليس لكامل تطبيق الوب الدلالي.

يوضّح الشكل (18) الواجهة الرئيسية للأداة:



الشكل (18) الواجهة الرئيسية للأداة

خوارزمية المطابقة

قمنا بتطوير هذه الخوارزمية بناءً على مراجع متعددة بخصوص التطابق بين الإعلان (الخدمة المنشورة) والطلب مثل [12].

قبل البدء بشرح الخوارزمية يجب شرح بعض المفاهيم والمفردات التي سترد في الخوارزمية :

- المسافة الدلالية SD (Semantic Distance): المسافة الفاصلة(عدد الوصلات) بين عقدتين في أنطولوجيا.
- SD_Type : يوضّح نوع نتيجة المطابقة بين الإعلان والطلب، ويمكن أن يأخذ القيم الآتية:

1- Plug-in: تكون نتيجة المطابقة بين الطلب والإعلان من النوع Plug-in عندما تقع عقدة الإعلان فوق عقدة الطلب في الأنطولوجيا .

2- SubSume: تكون نتيجة المطابقة بين الطلب والإعلان من النوع SubSume عندما تقع عقدة الإعلان تحت عقدة الطلب في الأنطولوجيا .

3- Exact: تكون نتيجة المطابقة بين الطلب والإعلان من النوع Exact عندما تكون عقدة الإعلان هي نفسها عقدة الطلب في الأنطولوجيا .

4- Fail: لا توجد علاقة بين الإعلان والطلب.

ترتّب أنواع النتائج بحسب درجة المطابقة بين الطلب والإعلان وفق العلاقة الآتية:

Exact(1) à plugin(0.8) à SubSume(0.5) à Fail(0)

ملاحظة: تعبّر الأرقام (1-0.8-0.5-0) عن تثقيل كل نوع من النتائج حيث يتم تثقيل الناتج من خلال ضربه بالرقم المرافق لكل نوع، فمثلًا في حال كانت النتيجة Plugin يُضرَبُ الناتج بـــ 0.8 أمَّا إذا كانت النتيجة SubSume فيُضرَبُ الناتج بـــ 0.5 (هذه الأرقام نتيجة براهين رياضية سابقة).

- DN (Degree Number): تُفرَزُ الخدمات الناتجة عن عملية البحث اعتماداً على هذا الرقم.

ويستنتج من علاقة بين SD ونوع نتيجة المطابقة بين الإعلان والطلب.

تُمثَّلُ خدمة الوب الدلالي وفق مايأتي :

SWS (Ins, OUTs, Category, PreCondition, PostCondition)

إذْ:

Ins: وسائط الدخل (برمترات الدخل) لخدمة الوب.

OUTs: مجموعة وسائط الخرج لخدمة الوب.

Category: تصنيف الخدمة.

PreCondition: الشروط الواجب توافرها لاستدعاء خدمة الوب، وغالباً تكون قيماً عددية.

PostCondition: نتائج تنفيذ خدمة الوب.

مراحل الخوارزمية:

تتلخص مراحل خوارزمية المطابقة الدلالية بالخطوات الآتية:

1- الفلترة بحسب التصنيف: حيث يجري المقارنة بين التصنيف الذي يندرج تحته الطلب وبين التصنيف الذي تنتمي إليه الخدمة، وتهمل الخدمات التي يكون الـــ SD بينها وبين الطلب أكبر من C (معامل تجريبي).

2- قياس التشابه ونوع العلاقة للدخل: نقارن وسائط الدخل للطلب مع وسائط الدخل للخدمة المخزنة مسبقاً لاستنتاج نوع العلاقة (Exact, Fail, Plug-in, SubSume) والـــ SD التي تمثل الدخل.

3- قياس التشابه ونوع العلاقة للخرج: نكرر العملية السابقة نفسها على وسائط الخرج ونستنتج SDO (Semantic Distance Output).

4- دمج قياس التشابه للدخل والخرج : يجري ذلك بأخذ الأرقام الأصغرية من الدخل والخرج واستنتاج DN.

5- رز النتائج تنازلياً بالنسبة إلى DN من الأكثر مطابقة إلى الأقل.

مثال يوضح تطبيق خوارزمية المطابقة بواسطة الأداة المطورة:

أ. لنقم بإضافة خدمات الوب الدلالي التالية إلى UDDI-Registry التي تخدّم عملية شراء الكتب أو المجلات وشحنها ودفع المستحقات المادية.

Serv1: **IN** town , payment , shipping / **Out** Novel
Serv2: **IN** halab , online_payment , house delivery / **Out** love_story
Serv3: **IN** aleppo , credit_card , delivery / **Out** Romance
Serv4: **IN** Frankfurt , cash, car_shipping / **Out** Science_fiction
Serv5: **IN** homs , credit_card, card_postoffice, delivery / **Out** Novel

ملاحظة: برمترات الدخل والخرج والتصنيف عبارة عن مفاهيم ضمن الأنطولوجيا .

ب. عند إضافة طلب خدمة كما يأتي:

Request
IN Aleppo, credit_card, delivery
Out Romance

ت. تكون النتيجة مرتبة وفق ما يأتي:

الجدول (3) نتائج البحث مرتبة بحسب DN

Services	Match Degree(DN)	Type	SD
Serv3	1	Exact	0
Serv1	0.133333	Plug-in	6
Serv2	0.125	SubSume	4
Serv5	0	Fail	1002
Serv4	0	Fail	3000

ملاحظة: يبيّن الجدول أعلاه الأرقام النهائية التي تمثل نتيجة المطابقة بين مجمل برمترات الدخل والخرج والتصنيف، أمَّا الأرقام والنتائج المرحلية الخاصة بالدخل أو الخرج فلا تظهرها.

5. الخلاصة والآفاق المستقبلية

تعدُّ موضوعات خدمات الوب الدلالي ونمذجتها ضمن هندسة الوب من أهم الموضوعات التي يتم التركيز عليها حالياً. قمنا في هذه البحث بنمذجة خدمات الوب الدلالي؛ وذلك بتوسيع منهجية WebML وإضافة مخططات خاصة إلى هذا الغرض، كما قمنا بتطوير أداة يمكن خلالها توصيف خدامات الوب الدلالي بالشكل القياسي وإضافة طلبات دلالية والبحث والمطابقة الدلالية وترتيب النتائج وفق خوارزمية معينة.

قمنا خلال النمذجة بإضافة أيقونات ورموز خاصة بعملية تركيب خدمات الوب الدلالي --ونمذجتها وتبقى عملية تتجيز عملية التركيب وتحقيقها من النقاط التي يمكن البحث فيها مستقبلاً.

المراجع:

[1] Flavius Frasincar, Geert Jan Houben, and Richard Vdovjak, "An RMM-Based Methodology for Hypermedia Presentation Design", Eindhoven University of Technology , 2002.

[2] Zoltán Fiala, Michael Hinz," Design and Implementation of Component-based Adaptive Web Presentations" , Technische Universiteit Eindhoven ,2004

[3] Nora Koch, "Model-Driven Web Engineering- UWE Approach", Germany, 2008.

[4] Federico M. Facca , "Web Engineering Developing Applications with WebML", 2008

[5] Kappel G. et. al., Web Engineering Wiley, 2006

[6] Flavius Frasincar,"Hypermedia Design Methods : RMM and OOHDM",2001.

[7] Sven Castelyn, "Adaptation and Personlization in Web Engineering", University Brussel,2008.

[8] Daniel Schwabe, Gustavo Rossi , " An Object Oriented Approach to Web-Based Application Design", PUC-RIO, Brazil.

[9] NORA KOCH , ANDREAS KRAUS, "The Expressive Power of UML- based Web Engineering", Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany,2003

[10] WebML resources.http://www.webml.org/webml , last accessed Jan. 2011

[11] Liliana Cabral1, John Domingue1, Enrico Motta1, "Approaches to Semantic Web Services: An Overview and Comparisons" , UK , 2004

[12] *Massimo Paolucci, Takahiro Kawamura*, Semantic Matching of Web Services Capabilities, *Carnegie Mellon University*, USA, 2002.

[13] *Cristina Feier*, Towards Intelligent Web Services: The Web Service Modeling Ontology (WSMO), *University of Milton Keynes, UK*, 2005.

[14] *Massimo Paolucci*, Autonomous Semantic Web Services, *Camegie Mellon University*

[15] Federico M. Facca, Marco Brambilla, "Extending WebML towards semantic web", Italy, 2008

[16] Sara Comai , "Conceptual modeling Issues in web applications Enhanced with web services", Italy , 2004

[17] Bebo White, "Introduction to web engineering", eijing, 2008

[18] Athula Ginige, "Web Engineering : Methodologies for Developing Large and Maintainable Web Based Information Systems ",Australia , 2000.

[19] Antonio Vallecillo, "MDWEnet: A Practical Approach to Achieving Interoperability of Model- Driven Web Engineering Methods",Spain 2008

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/6/13.