

# نحو منهجية لبناء هندسة الانطولوجيات

## التصنيف بالصفات

جمال ضاهر, مصطفى جرار  
دائرة الفلسفة والدراسات الثقافية, جامعة بيرزيت, فلسطين  
[jdaher@bizeit.edu](mailto:jdaher@bizeit.edu)

كلية تكنولوجيا المعلومات, جامعة بيرزيت, فلسطين  
[mjarrar@birzeit.edu](mailto:mjarrar@birzeit.edu)

autonomous and distributed applicator can meaningfully communicate to exchange data and make transactions interoperate independently of their internal technologies. The meaning in an ontology is typically specified through the sub and the super type of a certain concept/class. As we will discuss and explain in this article, this way of specifying the meaning of a certain thing (using sub/super types) is indeed difficult and complex. This because one has to investigate whether these sub/super types are true in reality, not only for applications at hand. In this article we propose a new methodology of specifying the meaning of a certain thing. In other words, instead of classifying arbitrarily, we propose to use properties as classifiers. We claim that our methodology is easier to use and it leads to more ontological consistency.

خلاصة-- خلق الانترنت والاتصال السهل بين الأنظمة حاجة ماسة ليس إلى تبادل البيانات فقط، بل أيضا إلى اتفاق حول معاني هذه البيانات Data Semantics. تعتبر الانطولوجيا الحجر الأساس للتبادل السليم والفعال للبيانات، حيث تحتوي على تعريف دقيق للمعنى الدلالي للبيانات المراد تبادلها. وتكون هذه التعريفات مكتوبة بلغة المنطق Formal Logic بحيث يستطيع أي نظام فهمها وحسابها، بل والاستنتاج منها. لقد ظهر في السنوات العشر الأخيرة الكثير من التطبيقات التي تعتبر فيها الانطولوجيا بالغة الأهمية مثل التجارة الالكترونية Bioinformatics، البحث والاسترجاع، المكتبات الالكترونية، هندسة البرمجيات والكثير من التصنيفات الأخرى. إن عملية بناء انطولوجيا ما، هي عملية شاقة، حيث تستوجب التحقق من أن المعاني المعرفة صحيحة بشكل عام، ولجميع التطبيقات At the domain level. إن أهم ما تحتويه الانطولوجيا للتدليل والإشارة إلى معنى ما، هو تصنيفاته (Its sub and super type). لكن هذه الطريقة، رغم شيوعها، تحمل في طياتها العديد من الإشكالات المنطقية والمنهجية. بدلا من استخدام التصنيفات للتدليل على المعاني، نقترح في هذه الورقة منهجية جديدة للتدليل على المعنى، يعتمد على صفات الأشياء وليس على أجناسها. كما سنناقش ونعرض في هذه الورقة أن منهجيتنا المقترحة هي أسهل وتقود إلى نتائج سليمة أكثر واتساق دلالي ontological consistency.

### I. مقدمة البحث ومبرراته

بعد انتشار الانترنت انتشارا واسعا واستخدامه في العديد من المجالات، خاصة في التجارة الالكترونية والتعاملات اليومية، نتجت حاجة ملحة لتوحيد الأنظمة والبيانات الموجودة System and Data Integration، وذلك لكي تتمكن هذه الأنظمة من التعامل فيما بينها للقيام بمهمة ما. فمثلا، قد تحتاج البنوك في بلد ما إلى أن تتبادل المعلومات فيما بينها وأو مع وزارة المالية وشركات معينة، عبر الانترنت. إن هذا النوع من تبادل المعلومات بين الأنظمة Interoperability يحتاج إلى حل إشكالات كثيرة لإجازه، ليس فقط فيما يتعلق بالسرعة والسرية، بل أيضا إلى اتفاق بين البنوك على طريقة التناقل. شكلية البيانات Format وتركيبها structure والأهم من ذلك هو الاتفاق على معنى Semantics للبيانات المتبادلة. فقد يسمي بنك ما العميل "زبون"، دون

Abstract--The Internet and the open connectivity environment created a strong demand for the sharing of data semantics. Ontologies are increasingly becoming essential for computer science applications. Organizations are beginning to view them as useful machine-process semantics for many application areas, such as ecommerce, bioinformation, software and data engineering. Ontology engineering is a shared understanding of a certain domain, represented formally in a computer resource. By sharing an ontology,

Published As:

Jamal Daher, Mustafa Jarrar: Towards a Methodology for Building Ontologies -Classify by Properties. (in Arabic). In proceedings of the 3rd Palestinian International Conference on Computer and Information Technology (PICCIT 2010).

التمييز إن كان هذا الزبون شخصاً أم شركة، بينما يرى بنك آخر أن هذا التمييز مهم، وقد يقوم بنك ثالث بالتمييز بين عميل بالغ و عميل قاصر؛ وبين شركة ربحية ومؤسسة غير ربحية.

لقيت إشكالية التعامل مع المعاني اهتماماً بالغاً من العلماء والشركات، خاصة في السنوات العشر الأخيرة، حيث اقترح استخدام الانطولوجيا كمرجعية لمعاني الأشياء المراد التعامل معها [16,18,20]. بمعنى آخر، إن الانطولوجيا هي تعريفات دقيقة لمعاني الأشياء المراد التحدث عنها. بما أن الأنظمة نفسها، التي تتبادل المعلومات، هي التي تستخدم الانطولوجيا وليس الإنسان، فمن الضروري أن تكون المعاني في الانطولوجيا مكتوبة بطريقة تستطع الأنظمة فهمها وحسابها. بكلمات أخرى، إن تعريف المعاني في الانطولوجيا عليه أن يُمثل بلغة المنطق Formal Logic وبالتالي يمكن حساب المعاني واستنتاجها من الجمل المنطقية. إن أكثر الأنماط الشائعة لتعريف المعاني هي تصنيفها؛ فمثلاً يمكن أن نصنف العميل البنكي إلى شخص طبيعي ومؤسسة، والمؤسسة إلى ربحية وغير ربحية... إلخ. وكذلك، يمكن أن نصنف صفات معينة إلى كل من هذه الأصناف، بحيث يرث الصنف صفات جنسه ويورث صفاته إلى الأصناف الناتجة عنه. إن مثل هذه التصنيفات شائعة الاستعمال ليس فقط في الانطولوجيا، بل أيضاً في UML Class Diagrams وكذلك في ال EER، إلا أن التعامل مع موضوع التصنيف في الانطولوجيا ذو أهمية أكبر، حيث يُفترض أن تعكس هذه التصنيفات المعنى الدلالي للمفاهيم والكلمات، لا تكون فقط تركيباً لبيانات ليس له بالضرورة معنى في الواقع كما هو دارج في ال Software and Data Engineering. بالرغم من أن عملية التصنيف للدلالة على معاني الأشياء هي قديمة جداً (أول من اقترحها أرسطو)، إلا أنها تحمل في طياتها إشكالات عدة؛ فمثلاً، تصنيف الطالب Student على أنه صنف Subtype من أصناف الإنسان هو تصنيف خاطئ (بالرغم من شيوعه)، حيث أن 'طالب' هو وظيفة Role قد يتميز بها بعض الناس وليس كلهم، وليس في كل الأوقات. وكذلك تصنيف الزبون على أنه شخص Customer is Subtype of Person هو أيضاً تصنيف خاطئ، حيث أن "الزبون" أيضاً وظيفة ليس من الضروري أن يقوم بها كل شخص. نوع آخر من الإشكالات التي تواجه العاملين في التصنيف وبناء الانطولوجيا هو وراثية الصفات من أكثر من صنف، والتي قد تقود إلى تعدد الماهيات [5]، قد يتذكر القارئ المشاكل الناجمة عن ال Multiple Inheritance في هندسة البرمجيات.

سوف نناقش في هذه الورقة إشكالات التصنيف (للتدليل على المعنى)، كما سنناقش المنهجيات والاقتراحات الموجودة، وسنطرح منهجية جديدة للتصنيف، مختلفة عما هو معروف. فبدلاً من تصنيف الأشياء إلى صنف عام وصنف خاص Sub/super type نقتراح استخدام الصفات المميزة للأشياء للتدليل على معانيها، هذا بالإضافة إلى سهولة استخدام الطريقة المقترحة، إذ أنها لا تحتاج

إلى مهارات وإطلاع واسع لكي يُنتج شخص ما انطولوجيا سليمة ومتسقة، الأمر الذي تعاني منه المنهجيات الأخرى.

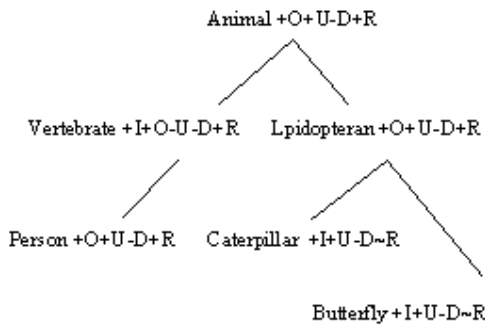
## II. آليات فحص وتقويم الانطولوجيا وأهدافها

أحد أهم الإشكالات التي تعاني منها الانطولوجيات هو عدم تحقق النتائج المرجوة [14, 17]. المقصود هنا هو عدم ظهور و/أو عدم التوصل للمعنى المراد معرفته. فكيف، على سبيل المثال، نميز بين 'طالب' و'موظف'، إذا عرفنا كلا منهما على أنه صنف من أصناف الإنسان؟ وهنا لا بد من الإشارة إلى أنه لا يمكن التغلب على هذا الإشكال بدون الإشارة إلى الصفات المميزة لكل منهما. لتحقيق اتساق Logical Consistency اقترح نيكولا جوارينو وزملاؤه طريقة جديدة لتنظيف to clean الانطولوجيا وتسمى "التنظيف الانطولوجي" [14] OntoClean. تعتمد هذه الآلية في عملها على مبدأ الوراثة Heritage وتقتراح فحص اتساق العلاقة بين التصنيفات المختلفة بواسطة فحص خصائص Characteristics المصنفات، حيث أنه من الضروري أن تحمل المصنفات الفرعية Subtype نفس خصائص ال Supertype الوراثة كشرط لاتساق العلاقة بينهما. اختلاف بين الخصائص الوراثة للمصنفات الفرعية وبين خصائص ال Supertype الوراثة يشير إلى عدم اتساق العلاقة بينهما، والعكس، بالطبع، صحيح. لتحقيق هذه الغاية يميز العاملون في مجال التنظيف الانطولوجي بين عدة خصائص وتسمى Metaproperties، مثل، الهوية Identity، الوحدة Unity جوهر Rigidity، أعراض. وهي تنقسم إلى نوعين Anti-rigid, semi-rigid : الأول صفة جوهرية لأشياء تميز مجموعة دون غيرها والتي من الممكن أن تتصف بها، بشكل عرضي وزائل، موجودات أخرى، مثل الصلابة، فهي تميز المعدن ولكنها قد تكون صفة عارضة لأشياء أخرى مثل الإسفنج في حالة جفافه. أما الثاني فيكون بين شيء و صفة ليست حصرية لأي من الموجودات، مثل كون إنسان ما طالباً، وهي صفة عرضية، وبوصفها كذلك فهي زائلة. اتساق العلاقة بين مجموعتين يتطلب اتصافهما بنفس الخصائص (كما سنوضح في الرسم البياني رقم 1). لنأخذ على سبيل المثال الشخص Person وفقرات Vertebrate: الفقرات، وتتميز بجوهر خاص بها +R ويوحده محددة +U وتحمل معياراً لتحديد هويتها +O. الشخص، ويتميز هو الآخر بجوهر خاص به +R ويوحده محددة +U ويحمل معياراً لتحديد هويته +O. وفي هذه الحالة هنالك اتساق منطقي Logical consistency بين 'شخص' و'فقرات' بينما لا يوجد اتساق انطولوجي بين هذين الصنفين.

رغم اتفاقنا مع جوارينو حول وجود مشكلة وحول نوعيتها في الانطولوجيات الموجودة، إلا أننا لا نتفق معه بالنسبة لطريقة حلها. أي أننا لا نتفق معه على أن منهجية التنظيف الانطولوجي هي منهجية ملائمة لتحقيق اتساق منطقي انطولوجي في نفس الوقت (سنعود إلى هذا الموضوع لاحقاً).

بدايةً نرغب القول إن العالم بمركبته، لا ترتبط أجزاؤه مع بعضها ارتباطاً يتوافق في جميع أماكنه مع ترتيب العلاقات كما هو تعريفها وضمن شروطها القسرية constrains في منهج ontoclean، تماماً كما أن التصنيفات غير أحادية الاتجاه؛ أي أنها ليست كما الشجر، بل هي مقترعة متشابكة في اتجاهات عدة. العلاقات الكلية<sup>1</sup> بين التصنيفات، على سبيل المثال، ليست كلية تماماً. إذ أن الانتماء ليس كلياً أبداً، بل في صفات محددة فقط. فالإنسان مثلاً، لا ينتمي إلى الفقريات بجميع صفاته وخصائصه، بل من حيث كونه يحمل صفات معينة فقط (له هيكل عظمي وعمود فقري)، والفقريات، بدورها تنتمي مع مجموعات أخرى، إلى فئة الحيوانات.

فئة الحيوانات تتضمن، بالإضافة لفئة الفقريات، فئة الكائنات ذات الأجنحة الحشرية ومنها يتفرع صنفان، الفراشات واليرقات، وكلاهما لا يحملان ما يجعلهما بالضرورة ما هما. إذ أن اليرقات لا تتحول دائماً إلى فراشات، الأمر الذي يعني أنه من الممكن لفئة ما أن تتضمن مصنفات لا تحمل جميع خصائصها، والعكس، بالطبع، صحيح. (أنظر الرسم البياني رقم 1)



رسم بياني 1

عدم اتصاف الفئتين، الفراشات واليرقات، بالخصائص التي يستعملها جوارينو ( $+I+U-D\sim R$ ) ( $+I+U-D\sim R$ ) فئة الحيوانات ( $+O+U-D+R$ ) يشير إلى صدق قول ابن سينا: إن ما يُقال عن الكل ليس دائماً يُقال عن الجزء (الشفاء)، أي عن المجموعات المركبة له Subtype وما يُقال عن الجزء ليس دائماً يقال عن الكل؛ الأمر الذي يعني أنه من غير الممكن أن يتحقق اتساق من النوع المرجو تحقيقه من خلال استعمال منهجية التنظيم الانطولوجي بشروطها القسرية وكما هو تعريفه. وجوارينا نفسه يقول في أماكن عدة [14,15] أن منهجية التنظيم الانطولوجي هي منهجية فحص اتساق الانطولوجيا وليست منهجية بناء. ونحن نضيف أنه إذا تم استعمالها كمنهجية بناء، فهذا سيؤدي إلى انطولوجيا متسقة منطقياً ولكن هذا الاتساق سيعكس تعريفات غير سليمة أو مطلوبة. فإذا كانت المصنفات subtypes، ضمن تعريفها، لا تحمل جميع خصائص الفئات التي تنتمي إليها، فمن غير الممكن أن يتحقق اتساق من النوع

<sup>1</sup> العلاقات الكلية هي التي نتحدث عن كل المجموعة، مثل أن نقول: كل إنسان حيوان فقري.

الفكرة السائدة لدى العاملين في مجال التنظيم الانطولوجي هي أن الإشكالات التي تعاني منها الانطولوجيات التي تم تنظيمها لا تشير إلى عدم الاتساق المنطقي Logical inconsistency للآلية، بل إنه لا علاقة لها بالمنطق كآلية تعريف، إنما تتعلق بمدى منهجية الانطولوجيا واتساقها، بحد ذاتها. المقصود هنا بعدم اتساق الانطولوجيا هو عدم التقيد بتعريفات المفاهيم Concept وبناتمائها. من هنا، فإن عملية التنظيم إنما تهدف إلى إعادة ترتيب العلاقات بين المفاهيم حتى تتسق وتتسوي. هذا التفسير لعدم الاتساق ينبع من إيمان العاملين في المجال بأنه لا شائبة في النظام المنطقي و/أو في استعماله كآلية فحص وتقويم.

حتى تتمكن من معرفة الأسباب التي تؤدي إلى عدم اتساق انطولوجيا معينة، علينا:

1. فحص انطولوجيا نظيفة.
2. إذا لم تكن الانطولوجيا نظيفة تماماً، فمن الضروري تحليل النتائج من أجل الوقوف على أسباب عدم نظافتها.
3. تحديد الإشكالات التي لا يمكن حلها بواسطة إعادة تعريف المصنفات وإعادة ترتيب العلاقات بينها بسبب حجم إسقاطات كل من هذين الحلين على الانطولوجيا.
4. فحص علاقة الإشكالات مع المنهجية المستعملة لبناء الانطولوجيا. أي فحص مدى ملاءمة المنهجية مع تحقيق اتساق انطولوجيا.

أحد الأسئلة الأساسية، هنا، يتعلق بمدى نجاعة الآلية المستعملة. بمعنى مدى ملاءمتها للوظيفة كما هو تعريفها: لماذا لا نستطيع التخلص من عدم الاتساق المنطقي المتضمن في انطولوجيا معينة بالرغم من مرورها بعملية تنظيم وفق آلية منطقية سليمة وضمن شروط قسرية؟ من حيث المبدأ، من الممكن أن يكون عدم تحقق الاتساق المرجو هو نتيجة لأحد السببين التاليين:

- الواقع بحد ذاته غير متسق ولا يتضمن نظاماً معيناً، الأمر الذي يعني أنه بغض النظر عن الآلية المستعملة، فإن عدم الاتساق سيظهر دائماً.
- عدم الاتساق ينبع من عدم التلاؤم بين نظام المنهجية المستعمل لبناء الانطولوجيات وبين طبيعة العلاقات بين المجموعات المصنفة كما هي في الواقع.

حتى نتمكن من معرفة السبب الذي يؤدي إلى ظهور عدم الاتساق في انطولوجيا، رغم مرورها بعملية تنظيم، علينا الوقوف، أولاً، على طبيعة العلاقات كما هي بين المجموعات المصنفة، وذلك من أجل معرفة خصائصها وطبيعتها وعلاقتها بين بعضها البعض، وبالتالي معرفة نمط اتساقها، الأمر الذي سيمكننا بدوره من فحص مدى فاعلية النظام المنطقي المستعمل لتنظيمها.

تعريفات صحيحة، مطلوبة ومتسقة. ولا بد لهذه الطريقة، كي تكون منهجية، أن تكون قابلة للتعليم teachable وقابلة لإعادة الاستعمال [16] repeatable لبناء أي انطولوجيا في أي موضوع. من هنا، من الضروري البحث عن آلية أخرى تلائم نسق العلاقات كما هو بين المجموعات من ناحية، وتمكننا من ضبط اتساقها في الانطولوجيا وفحصه، بما يتلاءم مع خصائص كل مجموعة ومجموعة، من الناحية الأخرى.

### III. النظام المنطقي المقترح التصنيف بالصفات Property Driven Classification

يأخذ النظام المنطقي المقترح، في جزئيه، بناء العلاقات وضبط الاتساق بينها ضمن قول ابن سينا المذكور سابقاً، ويأخذ، في جزئيه الأخرى، طبيعة العلاقات غير الأحادية الاتجاه بين المجموعات على اختلاف أنواعها. وتعمل على تحديد ناتج العلاقة بين مجموعتين أو أكثر، بمعنى تحديد واستنتاج نوع فئة من كونها تحمل صفات مجموعتين أو أكثر.

يعمل النظام المقترح ويعتمد على مبدأ الضرورة ويأخذ الصيغة التالية:

إذا حمل شيء معين الصفة A والصفة B فإنه سيكون الصفة C والعكس، بالطبع صحيح. من الممكن تأخذ هذه الصياغة الشكل التالي:

$$\forall x . A(x) \leftrightarrow \exists x . B(x) \wedge C(x)$$

وكذلك إن كان قادراً على حمل الصفة A وقادراً على حمل الصفة B فإنه سيكون قادراً على حمل الصفة C.

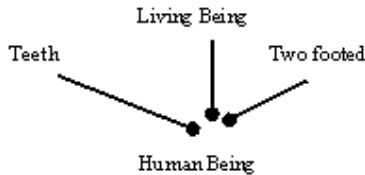
$$\forall x . A(x) \leftrightarrow B(x) \wedge C(x)$$

لتوضيح الفكرة، لنقل أن هنالك شيئاً، وهو من الكائنات الحية ويمشي على

اثنين وله أسنان. على هذا الشيء أن يكون إنساناً وهو ناتج العلاقة أو

بالأحرى يتوسط العلاقة بين هذه الفئات، وذلك لكون الإنسان هو الحيوان الوحيد

الذي يمشي على اثنين وله أسنان. (انظر الرسم البياني رقم 3).

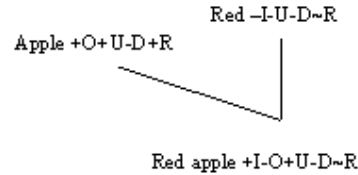


رسم بياني 3: إنسان

كما نرى في هذا المثال، تختلف هذه الآلية عن غيرها من آليات التصنيف بأنها، أولاً، لا تعتمد على التصنيف Sub/super type ولا على الصفات الجوهرية. إذ أن المشي على اثنين والأسنان ليست من الصفات التي تميز الإنسان، كإنسان، عن غيره من الكائنات الحية (ولهذا قمنا باستعمال الإشارة —● للإشارة إلى أن الصفات ليست جوهرية للإنسان بحد ذاته، ولكنها، مجتمعة، تشير فقط، وبالضرورة، إلى إنسان). وبالتالي، فإن هذه الآلية تعتمد على

المطلوب ضمن الشروط القسرية المعنية، بل ومن الطبيعي أن ينعكس هذا الاختلاف في الانطولوجيا.

النوع الثاني من العلاقات السائدة بين المجموعات هو انتماء فئة إلى فئتين مختلفتين أو أكثر، من حيث الصفات. في هذه الحالة، من غير الممكن أن يحمل هذا النوع من المجموعات خصائص جميع الفئات التي ينتمي إليها، مثل انتماء فئة التفاح الأحمر إلى كل من الفئتين، تفاح وأحمر (انظر الرسم البياني رقم 2):



رسم بياني 2

اعتماداً مرة أخرى، على قول ابن سينا المتعلق بالاختلاف بين الكل والجزء، يظهر في فئة التفاح الأحمر نوعان من المميزات:

- بعض من مميزات الفئتين اللتين تنتمي إليهما هذه الفئة، التفاح والأحمر (-D+U~R).

- مميزات التفاح الأحمر كوحدة بحد ذاتها (+I-O).

يُظهر كل من المثالين أعلاه أن العلاقات بين المجموعات المختلفة:

- لا تتصف بالاتساق المنطقي

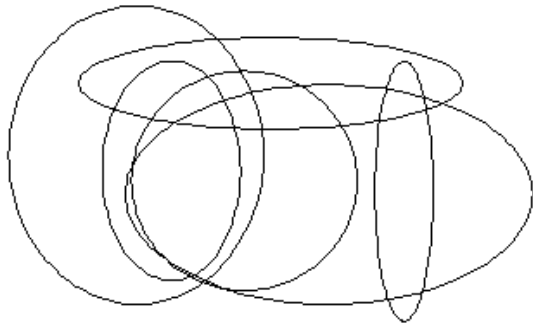
- ليست أحادية الاتجاه بحملها للصفات.

هذا الأمر يعني أن عدم الاتساق هو نتاج عدم التلاؤم بين الآلية Ontoclean ضمن شروطها القسرية، كما هو تعريفها، وبين موضوعها، وليس كما يعتقد العاملون في المجال، نتاج عدم المعرفة و/أو القدرة على تحديد التعريفات أو نوع العلاقات.

من الضروري التوضيح أن الاتساق المنطقي ليس هدفاً بحد ذاته، بل هو من أجل تمكيننا من تحقيق علاقة سليمة بين المجموعات تخدم البناء الانطولوجي. فالعلاقة بين الفقرات والشخص وفق الشروط القسرية ضمن First-Order Logic، على سبيل المثال، هي علاقة سليمة منطقياً. ولكن الربط بين الفقرات وشخص Person، وبالتالي التوصل إلى شخص من الفقرات، هو إمكانية بين عدد لا نهائي من الإمكانيات، وبالتالي فهو متعذر، الأمر الذي يعني أن هذه العلاقة تخدم الاتساق المنطقي وتحققه ولكنها لا تفيد الانطولوجيا بحد ذاتها، وهنا لا بد أن نشير إلى تعريف الآلية:

“The word ‘method’ implies not a mere ‘going’ or movement in general; [...] rather, method means a going towards a goal, or at any rate a secured direction: it means ‘going-after’ [pursuit].” (Natorp 1912c, pp. 199-200)

"الذهاب إلى" يعني، في هذه الحالة، تمكيننا من بناء انطولوجيا سليمة وناجعة على حد سواء. ونعني هنا بمنهجية بناء انطولوجي، طريقة نصل بواسطتها إلى

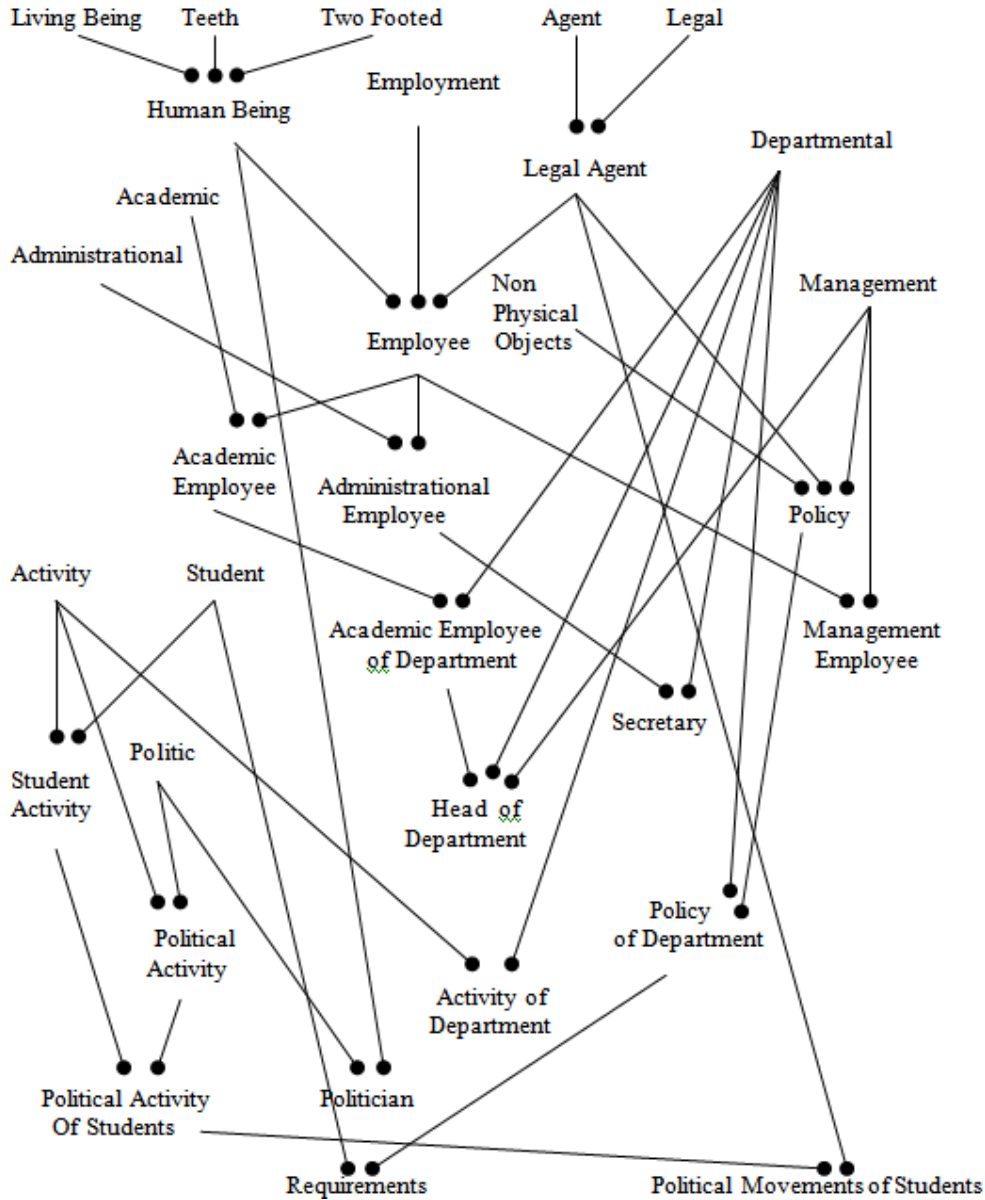


علاقات مختلفة ومتشابهة بين المجموعات، وليس على التصنيف Sub/super type (أنظر الرسم البياني رقم 5).

مثال ونقاش

يبين المثال التالي انطولوجيا بنيت باستخدام المنهجية المقترحة (التصنيف بالصفات) حيث تصف وتصنف هذه الانطولوجيا مجموعة معينة من الموجودات في قضاء الجامعة.

رسم بياني 4 : علاقات بين مجموعات.



رسم بياني 5 : علاقات بين مجموعات.

- ontological analysis. In *Proceedings of ECAI-2000: The European Conference on Artificial Intelligence 2000* (pp. 219-223). IOS Press.
7. Aaron K: Towards a consistent logical framework for ontological analysis, *Proceedings of the int. Conf. on Formal Ontology in Information Systems*, (p.244-255), 2001.
  8. Kripke S: *Naming and necessity*. Harvard. (1982)
  9. Lowe J: *The possibility of metaphysics*. Oxford. (2002).
  10. McCarthy J, Hayes J: Some philosophical problems from the standpoint of Artificial Intelligence. *Machine Intelligence 1969* (Vol. 4). Elsevier.
  11. Menzel C: *Stanford encyclopedia of philosophy* 2003 (Spring 2003 Edition).
  12. Miller, B. Existence. *Stanford encyclopedia of philosophy* (Summer 2002 Edition). Welty C, Guarino N: Supporting ontological analysis of taxonomic relationships, *Data & Knowledge Engineering*, 2002 v.39 n.1, p.51-74. 2001
  13. Natorp N: "Kant und dei Marburger Schule", 1912c in "Paul Natorp", *Stanford University Encyclopedia*, 2003
  14. Guarino N, Welty C: Evaluating Ontological Decisions with OntoClean. *Communications of ACM* 45(2):61-65. (2002).
  15. Welty C, Guarino N: Support for Ontological Analysis of Taxonomic Relationships. *J. Data and Knowledge Engineering*. 39(1):51-74. 2001.
  16. Meersman R: *Ontologies and Databases: More than a Fleeting Resemblance*. OES/SEO Workshop, Luiss Publications (2001)
  17. Jarrar M: Towards the notion of gloss, and the adoption of linguistic resources in formal ontology engineering. In *proceedings of the 15th International World Wide Web Conference (WWW2006)*. Edinburgh, Scotland. Pages 497-503. ACM Press. ISBN: 1595933239. May 2006.
  18. Guarino N, Welty C: A Formal Ontology of Properties. *ECAI-00 Workshop on Applications of Ontologies and Problem Solving Method*. (2000)
  19. Guarino N: *Formal Ontology in Information Systems*. FOIS'98, IOS Press, (1998) pp. 3-15
  20. Berners-Lee T, Fischetti M: *Weaving the Web* (2000)

كما ادعينا سابقاً، فإن هذه المنهجية أسهل على المستخدم ، عند بناء انطولوجيا، بالمقارنة مع طريقة التصنيف Sub/super type . هذا بالإضافة إلى أن المستخدم لا يحتاج، ضمن المنهجية المقترحة، لاستعمال صفات جوهرية (وهي التحديد والتوصل إليها)، حيث يكفي استعمال صفات عرضية، حتى أن المستخدم للمنهجية المقترحة لا يلزمه التمييز بين الصفات العرضية والجوهرية . كل ما عليه أن يفعله هو الإشارة إلى مجموعة الصفات التي تشير، عند وجودها مجتمعاً، بشكل ضروري إلى شيء معين. للتأكيد، نحن لا نتحدث عن صفات جوهرية essential properties، بل عن صفات مميزة characteristics والتي باجتماعها تشير إلى شيء دون غيره، بهذا، نحن نميز بين الصفات التي تجعل الشيء ما هو وبين الصفات التي تشير إلى الشيء. فإن كل من الصفات الثلاث (رسم بياني رقم 3) ليست، ولا يمكن اعتبارها، تعريف للإنسان. وبالتالي فهي ليست ما يجعل الشيء إنسان بل فقط تشير إليه، إذ أن ما يجعل الشيء إنسان هو كونه يعقل ويوصفه جسم حساس يتغذى. فهو مجموعة subclass تابعة لصف super class الحيوان. الموضوع، هنا، يتمحور حول تحديد الصفات التي فقط فقط عند اجتماعها تشير إلى شيء معين.

بالإضافة إلى سهولة المنهجية المقترحة، فإنها لا تؤدي إلى عدم اتساق . وذلك لأن التصنيف بالصفات يقود بالضرورة إلى المصنفات، مقارنة مع طريقة التصنيف بطريقة Sub/super type ، والتي غالباً مل تضلل المستخدم وتوقعه في عدم اتساق.

#### المصادر

1. Andersen W, Menzel C: Modal rigidity in the OntoClean methodology. In *Fifth International Conference on Formal Ontology and Information Systems*. (pp. 119-127). IOS Press. (2004)
2. Artale A, Carsten L: A correspondence between temporal description logics. *Journal of Applied Non-Classical Logics*. (2004).
3. Carrara M, Giarretta P, Morato V, Soavi M, Spolaore G: Identity and modality in OntoClean. In *Vieu & Varzi, (Eds.). In Fifth International Conference on Formal Ontology and Information Systems 2004* (pp. 128-139). IOS Press.
4. Melvin F, Richard L: *Mendelsohn, First-order modal logic*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 1999
5. Guarino N, Welty C: Identity and subsumption. In *The semantics of relationships: an interdisciplinary perspective 2002* (pp. 111-126). Kluwer.
6. Guarino N, Welty C: Identity, unity, and individuality: towards a formal toolkit for